

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(5/5)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 4 0 5 3
Application Number:

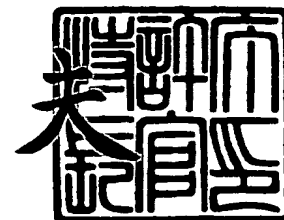
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 4 0 5 3]

出 願 人 オ リ ン パ ス 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 1 0 1 5 1 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00058

【提出日】 平成15年 2月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県岡谷市長地柴宮 3 丁目 1 5 番 1 号
 オリンパスオプトテクノロジー株式会社内

 【氏名】 加茂 裕二

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097777

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 荏澤 弘

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088041

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 阿部龍吉

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092495

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 蛭川昌信

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092509

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 白井博樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100095120

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田 亘彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100095980

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅井 英雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100094787

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木 健二

【選任した代理人】

【識別番号】 100091971

【弁理士】

【氏名又は名称】 米澤 明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014960

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102411

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 結像光学系及びそれを用いた撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第 1 正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズ、第 3 正レンズの順に配置され、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$-0.35 < r_{1r} / r_{2f} < -0.08 \quad \dots (1)$$

$$-1.5 < r_{1r} / r_{2r} < -0.75 \quad \dots (2)$$

ただし、 r_{1r} は第 1 正レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{2f} は第 2 負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{2r} は第 2 負レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【請求項 2】 次の条件式の少なくとも何れかを満足することを特徴とする請求項 1 記載の結像光学系。

$$-0.3 < r_{1r} / r_{2f} < -0.1 \quad \dots (1-1)$$

$$-1.2 < r_{1r} / r_{2r} < -0.8 \quad \dots (2-1)$$

【請求項 3】 物体側から順に、明るさ絞り、第 1 正レンズ、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズ、第 3 正レンズの順に配置され、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.2 < r_{2f} / r_{3f} < 3.5 \quad \dots (3)$$

ただし、 r_{2f} は第 2 負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{3f} は第 3 正レンズの物体側面の光軸上曲率半径である。

【請求項 4】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 3 記載の結像光学系。

$$0.4 < r_{2f} / r_{3f} < 2.5 \quad \dots (3-1)$$

【請求項 5】 請求項 1 から 4 の何れか 1 項において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$-0.7 < f_2 / f_3 < -0.1 \quad \dots (4)$$

ただし、 f_2 は第 2 負レンズの焦点距離、 f_3 は第 3 正レンズの焦点距離である。

【請求項 6】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 5 記載の結像光学系。

$$-0.5 < f_2 / f_3 < -0.25 \quad \dots (4-1)$$

【請求項 7】 請求項 1 から 6 の何れか 1 項において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$-2.0 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 0.8 \quad \dots (5)$$

ただし、 r_{3f} は第 3 正レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{3r} は第 3 正レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【請求項 8】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 7 記載の結像光学系。

$$-1.5 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 0.5 \quad \dots (5-1)$$

【請求項 9】 請求項 1 から 8 の何れか 1 項において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$1.2 < (r_{2f} + r_{2r}) / (r_{2f} - r_{2r}) < 2.0 \quad \dots (6)$$

ただし、 r_{2f} は第 2 負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{2r} は第 2 負レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【請求項 10】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 9 記載の結像光学系。

$$1.4 < (r_{2f} + r_{2r}) / (r_{2f} - r_{2r}) < 1.8 \quad \dots (6-1)$$

【請求項 11】 請求項 1 から 10 の何れか 1 項において、第 2 負レンズの物体側の面は非球面からなり、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.01 < |(r_{2fs} + r_{2fa}) / (r_{2fs} - r_{2fa}) - 1| < 1.00 \quad \dots (7)$$

ただし、 r_{2fs} は第 2 負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{2fa} は第 2 負レンズの物体側面の非球面を考慮した曲率半径の中の光学有効範囲内で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である。

【請求項 12】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 11 記載の結像光学系。

$$0.1 < |(r_{2fs} + r_{2fa}) / (r_{2fs} - r_{2fa}) - 1| < 10.0$$

... (7-1)

【請求項 13】 請求項 1 から 12 の何れか 1 項において、第 2 負レンズの像側の面は非球面からなり、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.01 < |(r_{2rs} + r_{2ra}) / (r_{2rs} - r_{2ra}) - 1| < 100$$

... (8)

ただし、 r_{2rs} は第 2 負レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{2ra} は第 2 負レンズの像側面の非球面を考慮した曲率半径の中の光学有効範囲内で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である。

【請求項 14】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 13 記載の結像光学系。

$$0.05 < |(r_{2rs} + r_{2ra}) / (r_{2rs} - r_{2ra}) - 1| < 10.0$$

... (8-1)

【請求項 15】 請求項 1 から 14 の何れか 1 項において、第 3 正レンズの物体側の面は非球面からなり、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.01 < |(r_{3fs} + r_{3fa}) / (r_{3fs} - r_{3fa}) - 1| < 100$$

... (9)

ただし、 r_{3fs} は第 3 正レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{3fa} は第 3 正レンズの物体側面の非球面を考慮した曲率半径の中の最大像高の主光線が通過するポイントより内側の範囲で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である。

【請求項 16】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 15 記載の結像光学系。

$$0.05 < |(r_{3fs} + r_{3fa}) / (r_{3fs} - r_{3fa}) - 1| < 10$$

... (9-1)

【請求項 17】 請求項 1 から 16 の何れか 1 項において、第 3 正レンズの像側の面は非球面からなり、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.01 < |(r_{3rs} + r_{3ra}) / (r_{3rs} - r_{3ra}) - 1| < 100$$

・・・ (10)

ただし、 r_{3rs} は第 3 正レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{3ra} は第 3 正レンズの像側面の非球面を考慮した曲率半径の中の最大像高の主光線が通過するポイントより内側の範囲で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である。

【請求項 18】 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 17 記載の結像光学系。

$$0.05 < |(r_{3rs} + r_{3ra}) / (r_{3rs} - r_{3ra}) - 1| < 10 \quad \dots (10-1)$$

【請求項 19】 請求項 1 から 18 の何れか 1 項において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$10^\circ < \alpha < 40^\circ \quad \dots (11)$$

ただし、 α は最大像高における主光線の像面への入射角度である。

【請求項 20】 次の条件式を満たすことを特徴とする請求項 19 記載の結像光学系。

$$15^\circ < \alpha < 35^\circ \quad \dots (11-1)$$

【請求項 21】 請求項 1 から 20 の何れか 1 項記載の結像光学系と、その像側に配された電子撮像素子を備えたことを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 22】 結像光学系の半画角が 30° よりも大きく 50° よりも小さいことを特徴とする請求項 21 記載の結像光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、結像光学系とそれを用いた撮像装置に関するものであり、特に、CCD や CMOS 等の固体撮像素子等を用いたデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話や、パソコンに搭載される小型カメラ、監視カメラ等の撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、銀塩フィルムに代わり、CCD や CMOS のような固体撮像素子を用い

て被写体を撮影するようにした電子カメラが普及してきている。このような電子カメラの中、携帯型コンピュータや携帯電話等に搭載される撮像装置では、特に小型、軽量化が求められている。

【 0 0 0 3 】

このような撮像装置に用いる結像光学系として、従来よりレンズ枚数を 1 枚若しくは 2 枚で構成したものがある。しかしながら、これらは、収差論で明らかなように、像面湾曲が補正できず高い性能は望めないことは既に知られている。そのため、高性能を満たすには 3 枚以上のレンズで構成することが必要である。

【 0 0 0 4 】

一方、CCD の場合、結像レンズ系から射出された軸外光束が像面に対して余りに大きな角度で入射すると、マイクロレンズの集光性能が十分に発揮されず、画像の明るさが画像中央部と画像周辺部で極端に変化するという問題が生じてしまう。そのため、CCD への光線入射角、すなわち、射出瞳位置が設計上重要である。枚数の少ない光学系の場合には、明るさ絞りの位置が重要になる。

【 0 0 0 5 】

これらの問題を考慮したものとして、フロント絞りのトリプレットタイプがあげられる。そのような結像レンズとして、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4、特許文献 5、特許文献 6 等で開示されている。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】

特開平 1 - 1 4 4 0 0 7 号公報

【 0 0 0 7 】

【特許文献 2】

特開平 2 - 1 9 1 9 0 7 号公報

【 0 0 0 8 】

【特許文献 3】

特開平 4 - 1 5 3 6 1 2 号公報

【 0 0 0 9 】

【特許文献 4】

特開平 5-188284 号公報

【0010】

【特許文献 5】

特開平 9-288235 号公報

【0011】

【特許文献 6】

特開 2001-75006 号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、これらの先行例は、次に示すように様々な問題点があった。

【0013】

特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4、特許文献 5 では、何れも半画角が 25° 程度であった。これを広角化しようとする、第 1 正レンズは何れも両凸形状であるので、軸外光線のコマ収差、非点収差の補正が難しく、性能を十分に満たせなくなってしまう。また、そこに高屈折率のガラスを用いないと、光学性能を十分に満足させることができないので、低コスト化、軽量化を達成することも困難であった。

【0014】

特許文献 6 では、第 1 正レンズを像側に凸のメニスカス形状にして上記の影響を軽減している。しかしながら、全長は大きく、小型化を達成しているとは言えなかった。

【0015】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、高性能化と小型化を同時に満たす結像光学系及びそれを用いた撮像装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の第 1 の結像光学系は、物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第 1 正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた第 2 負

メニスカスレンズ、第3正レンズの順に配置され、次の条件式を満たすことを特徴とするものである。

【0017】

$$-0.35 < r_{1r} / r_{2f} < -0.08 \quad \dots (1)$$

$$-1.5 < r_{1r} / r_{2r} < -0.75 \quad \dots (2)$$

ただし、 r_{1r} は第1正レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{2f} は第2負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{2r} は第2負レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【0018】

本発明の第2の結像光学系は、物体側から順に、明るさ絞り、第1正レンズ、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズ、第3正レンズの順に配置され、次の条件式を満たすことを特徴とするものである。

【0019】

$$0.2 < r_{2f} / r_{3f} < 3.5 \quad \dots (3)$$

ただし、 r_{2f} は第2負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{3f} は第3正レンズの物体側面の光軸上曲率半径である。

【0020】

以下に、本発明において、上記のような構成をとる理由と作用を説明する。

【0021】

まず、レンズ枚数について説明する。本発明では、性能と小型化を考慮した結果、レンズ枚数を3枚で構成した。レンズ枚数を4枚以上にすればさらに性能が向上するのは明らかであるが、1枚レンズが増えることにより、レンズの厚さ、レンズの間隔、枠のスペースがそれだけ多くなり、大型化するのは避けられない。また、上記の従来技術の項で述べたように、2枚以下では像面湾曲が小さくならずかなり周辺性能は劣化する。3枚で構成するのが性能、大きさ共に最適である。

【0022】

次に、撮像素子であるCCDへの光線入射角を小さくするために、明るさ絞りを最も物体側に配置した。射出瞳位置を物体側に遠くなるようにレンズのパワー

を構成すればよいが、枚数が少ないので明るさ絞りの位置を物体側に配置するのが最も効果的である。

【0023】

ここで、明るさ絞りを最も物体側に配置すると、絞りに対して一方にしかレンズがないので、光学設計には周辺性能であるディストーションと倍率色収差の補正が難しくなってくる。そのため、物体側より、正レンズ、負レンズ、正レンズと配置することにより、光線高の大きくなる第2レンズ、第3レンズに異符号のパワーを配置して補正している。なお、中心性能は、第1正レンズで発生する球面収差、軸上色収差を第2負レンズで補正し、画面全体の高性能化を達成している。

【0024】

また、第1正レンズは、発明が解決しようとする課題の項で述べたように、像側に凸のメニスカス形状にしている。このように入射面を負パワーにすることにより、軸外収差を良好に補正できる構成になる。ところが、メニスカス形状だと入射面は負パワーなので、第1レンズの正パワーを維持するためには、射出面の正パワーを強くしなければならず、その面での収差発生量は大きくなってしまふ。

【0025】

そこで、本発明の第1の結像光学系では、第2負レンズを物体側に凸のメニスカス形状にして、その入射面を正パワーにしている。これにより、第1正レンズの正パワーを第2負レンズに振り分けることができ、収差発生量を減少させることができる。一方、小型化のためには、全系の焦点距離に対してその主点を物体側に移動させる必要がある。よって、その正パワーの振り分けにより主点が移動する。そのため、次の条件式を満たす必要がある。

【0026】

$$-0.35 < r_{1r} / r_{2f} < -0.08 \quad \dots (1)$$

ただし、 r_{1r} は第1正レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{2f} は第2負レンズの物体側面の光軸上曲率半径である。

【0027】

この条件式の上限の -0.08 を越えると、第2負レンズの入射面のパワーが強くなりすぎて全系の主点が像側に移動してしまい、小型化に不利な構成になってしまい、下限の -0.35 を越えると、第2負レンズのパワーが弱くなりすぎ、第1正レンズで発生する残収差、特に球面収差、コマ収差が十分補正できなくなってしまう。

【0028】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0029】

$$-0.3 < r_{1r} / r_{2f} < -0.1 \quad \dots (1-1)$$

なお、これと同時に、これらの正パワーで発生する収差を負パワーで補正しなければ、高性能は満たせない。そのため、第1レンズの像側の正パワーと第2レンズの像側の負パワーは、次の条件式を満たす必要がある。

【0030】

$$-1.5 < r_{1r} / r_{2r} < -0.75 \quad \dots (2)$$

ただし、 r_{1r} は第1正レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{2r} は第2負レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【0031】

この条件式の上限の -0.75 を越えると、第2レンズの射出面の負のパワーが強くなりすぎて、第1レンズでの残収差、特に球面収差、コマ収差の補正が過剰になってしまい、下限の -1.5 を越えると、第1レンズの入射面の正パワーが強くなりすぎて、補正が不足してしまう。

【0032】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0033】

$$-1.2 < r_{1r} / r_{2r} < -0.8 \quad \dots (2-1)$$

また、本発明の第2の結像光学系では、第2負レンズと第3正レンズの最適な構成に注目する。

【0034】

第2負レンズを物体側に凸のメニスカス形状にして、その入射面を正パワーに

することにより、第1正レンズの正パワーを分割し、その結果、球面収差、コマ収差の発生を軽減できることは既に述べた。この構成にすると、第2負レンズは明るさ絞りに遠い方の像側の面のみが負の発散作用を持つ。このとき、第1正レンズは明るさ絞りに近いので、画面周辺の主光線高は低く、第2負レンズの像側の面で発生する軸外収差、特に倍率色収差の補正には効果的ではない。そのため、第2負レンズのメニスカス効果を強くしすぎると、第1正レンズだけでは収差補正が難しくなる。それを補正するには、第2負レンズより像側に配置され周辺の主光線高の高い第3正レンズ、特に周辺主光線高が第2レンズと近いその入射面のパワーの関係が重要になってくる。一方、全系の焦点距離に対して全長を短くするには、望遠タイプを形成するのが効果的である。この場合、第2負レンズと第3正レンズはこれとは逆の配置なので、適切なパワー配分をしないと、小型化を達成し難くなる。また、負メニスカスレンズは像側に主点が移動するので、メニスカス形状も小型化に影響する。そのため、第2負レンズの入射面と第3正レンズの入射面は次の条件式を満たすのがよい。

【0035】

$$0.2 < r_{2f} / r_{3f} < 3.5 \quad \dots (3)$$

ただし、 r_{2f} は第2負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{3f} は第3正レンズの物体側面の光軸上曲率半径である。

【0036】

この条件式の上限の3.5を越えると、第3正レンズの入射面のパワーが強くなりすぎ軸外収差の補正が過剰になってしまい、下限の0.2を越えると、第2負レンズの射出面の負のパワーが強くなりすぎ、画面周辺の性能が劣化してしまうか、効果的に小型化できなくなってしまう。

【0037】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0038】

$$0.4 < r_{2f} / r_{3f} < 2.5 \quad \dots (3-1)$$

また、何れの場合も、第2負レンズと第3正レンズは、画面周辺の性能と小型化に影響するので、適切なパワー配置をすることが望ましい。よって、次の条件

式を満たすのがよい。

【0039】

$$-0.7 < f_2 / f_3 < -0.1 \quad \dots (4)$$

ただし、 f_2 は第2負レンズの焦点距離、 f_3 は第3正レンズの焦点距離である。

【0040】

この条件式の上限の -0.1 を越えると、第3正レンズのパワーが弱くなりすぎるか、第2負レンズのパワーが強くなりすぎて、倍率色収差、ディストーションが補正過剰になってしまい、下限の -0.7 を越えると、第3正レンズのパワーが強くなるか、第2負レンズのパワーが弱くなりすぎて、倍率色収差、ディストーションが補正不足になってしまう。

【0041】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0042】

$$-0.5 < f_2 / f_3 < -0.25 \quad \dots (4-1)$$

ここで、明るさ絞りから最も遠い第3正レンズは周辺の光線高が最も高くなるため、倍率色収差とディストーションの補正効果が最も高い。そのため、そのレンズ形状も適切に設定する必要がある。特に入射面の方が、周辺の主光線高が第2レンズと近くなるので補正には効果的である。そのため、例えば、その形状を像側に凸のメニスカスにすると、入射側では負の補正効果となって補正できなくなってしまう。そのため、次の条件式を満たすのがよい。

【0043】

$$-2.0 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 0.8 \quad \dots (5)$$

ただし、 r_{3f} は第3正レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{3r} は第3正レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【0044】

この条件式の上限の 0.8 を越えると、入射面の補正効果が低くなり、倍率色収差とディストーションが悪化してしまい、下限の -2.0 を越えると、物体側に凸のメニスカス形状がきつくなりすぎ、コマ収差、非点収差が悪化してしまう

【0045】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0046】

$$-1.5 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 0.5 \quad \dots (5-1)$$

なお好ましくは、両面共正パワーを持つ両凸形状が好ましい。

【0047】

このとき、次の条件式を満たすのがよい。

【0048】

$$-0.95 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 0.8 \quad \dots (5-2)$$

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0049】

$$-0.8 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 0.1 \quad \dots (5-3)$$

このとき、第2負レンズの曲率半径は次の条件式を満たすのがよい。

【0050】

$$1.2 < (r_{2f} + r_{2r}) / (r_{2f} - r_{2r}) < 2.0 \quad \dots (6)$$

ただし、 r_{2f} は第2負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{2r} は第2負レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【0051】

この条件式の上限の2.0を越えると、物体側の負パワーが弱くなりすぎ第1正レンズによる収差を良好に補正できなくなり、下限の1.2を越えると、周辺光束の光線高の高くなる像側の面のパワーが弱くなりすぎて倍率色収差が悪化してしまう。

【0052】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0053】

$$1.4 < (r_{2f} + r_{2r}) / (r_{2f} - r_{2r}) < 1.8 \quad \dots (6-1)$$

また、第2負レンズの物体側の面は非球面で構成すると、良好に収差補正することができ、次の条件式を満たすのが望ましい。

【0054】

$$0.01 < |(r_{2fs} + r_{2fa}) / (r_{2fs} - r_{2fa}) - 1| < 100 \quad \dots (7)$$

ただし、 r_{2fs} は第2負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{2fa} は第2負レンズの物体側面の非球面を考慮した曲率半径 r_{ASP} の中の光学有効範囲内で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である。

【0055】

ここで、非球面を考慮した曲率半径 r_{ASP} は、非球面定義式（面頂に接する接平面から光軸進行方向を正としたときの形状の関数）を $f(y)$ としたとき、次の式で定義される。以下、同じ。

【0056】

$$r_{ASP} = y \cdot (1 + f'(y)^2)^{1/2} / f'(y)$$

ただし、 y は光軸からの高さ、 $f'(y)$ は $f(y)$ の一階微分とする。

【0057】

この条件式の上限の100を越えると、非球面効果が弱くなりすぎて補正不足になってしまい、コマ収差、非点収差が悪化してしまい、下限の0.01を越えると、非球面効果が強くなりすぎて補正過剰になり、性能が劣化すると共にレンズの加工が難しくなってしまう。

【0058】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0059】

$$0.1 < |(r_{2fs} + r_{2fa}) / (r_{2fs} - r_{2fa}) - 1| < 10.0 \quad \dots (7-1)$$

さらに好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0060】

$$1.5 < |(r_{2fs} + r_{2fa}) / (r_{2fs} - r_{2fa}) - 1| < 3.5 \quad \dots (7-2)$$

また、第2負レンズの像側の面は非球面で構成すると、良好に収差補正することができ、次の条件式を満たすのが望ましい。

【0061】

$$0.01 < |(r_{2rs} + r_{2ra}) / (r_{2rs} - r_{2ra}) - 1| < 100 \quad \dots (8)$$

ただし、 r_{2rs} は第2負レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{2ra} は第2負レンズの像側面の非球面を考慮した曲率半径の中の光学有効範囲内で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である。

【0062】

この条件式の上限の100を越えると、非球面効果が弱くなりすぎて補正不足になってしまい、コマ収差、非点収差が悪化してしまい、下限の0.01を越えると、非球面効果が強くなりすぎて補正過剰になり、性能が劣化すると共にレンズの加工が難しくなってしまう。

【0063】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0064】

$$0.05 < |(r_{2rs} + r_{2ra}) / (r_{2rs} - r_{2ra}) - 1| < 10.0 \quad \dots (8-1)$$

また、第2負レンズで光線が発散されるため、第3正レンズの物体側の面に入射するときには光線が急角度で入りやすい。そのため、ここで非点収差やコマ収差が発生しやすくなる。特に広角の光学系を構成する場合には、この面で発生する収差を十分に補正する必要がある。そのため、少なくとも第3正レンズの物体側の面を非球面で構成するのがよい。このとき、この非球面は正パワーが緩くなる方向の非球面にするのが好ましい。なお、この非球面は次の条件式を満たすのがよい。

【0065】

$$0.01 < |(r_{3fs} + r_{3fa}) / (r_{3fs} - r_{3fa}) - 1| < 100 \quad \dots (9)$$

ただし、 r_{3fs} は第3正レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{3fa} は第3正レンズの物体側面の非球面を考慮した曲率半径の中の最大像高の主光線が通過するポイントより内側の範囲で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である

。

【0066】

この条件式の上限の100を越えると、非球面効果が弱くなりすぎて補正不足になってしまい、コマ収差、非点収差が悪化してしまい、下限の0.01を越えると、非球面効果が強くなりすぎて補正過剰になり、性能が劣化すると共にレンズの加工が難しくなってしまう。

【0067】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0068】

$$0.05 < |(r_{3fs} + r_{3fa}) / (r_{3fs} - r_{3fa}) - 1| < 10 \dots (9-1)$$

また、第3正レンズの像面側の面は像面に最も近い面になるので、光束が細くなり球面収差やコマ収差の補正能力が比較的落ちる。そのため、第3正レンズの像面側の面でそれらの収差に影響を与えず、主光線収差であるディストーションを重点的に補正することができる。よって、この面に非球面を用いるのがよい。また、このとき、この非球面は正パワーが緩くなる方向の非球面にするのが好ましい。一方、余り正パワーを弱くしすぎると、像面への入射角をきつくなってしまうので、ある程度正パワーを強くしておく必要もある。そのため、この非球面は次の条件式を満たすのがよい。

【0069】

$$0.01 < |(r_{3rs} + r_{3ra}) / (r_{3rs} - r_{3ra}) - 1| < 100 \dots (10)$$

ただし、 r_{3rs} は第3正レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{3ra} は第3正レンズの像側面の非球面を考慮した曲率半径の中の最大像高の主光線が通過するポイントより内側の範囲で光軸上曲率半径との差が最も変化したときの値である。

【0070】

この条件式の上限の100を越えると、非球面効果が弱くなりすぎてディストーションが良好に補正できなくなってしまう、下限の0.01を越えると、像面への入射角が大きくなってしまう。

【0071】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0072】

$$0.05 < |(r_{3rs} + r_{3ra}) / (r_{3rs} - r_{3ra}) - 1| < 10 \quad \dots (10-1)$$

さらに好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0073】

$$0.1 < |(r_{3rs} + r_{3ra}) / (r_{3rs} - r_{3ra}) - 1| < 2.5 \quad \dots (10-2)$$

撮像素子に CCD を用いる場合、結像光学系から射出された軸外光束が像面に対して余りに大きな角度で入射すると、画像中央部と画像周辺部で画像の明るさが変化してしまう。一方、像面に対して小さい角度で入射させるとこの問題は軽減されるが、今度は光学系の全長が大きくなってしまう。そのため、次の条件式を満たすのがよい。

【0074】

$$10^\circ < \alpha < 40^\circ \quad \dots (11)$$

ただし、 α は最大像高における主光線の像面への入射角度である。

【0075】

この条件式の上限の 40° を越えると、CCD への入射角が大きくなりすぎ画像周辺部の明るさが低下してしまい、下限の 10° を越えると、全長が大きくなりすぎてしまう。

【0076】

なお好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0077】

$$15^\circ < \alpha < 35^\circ \quad \dots (11-1)$$

さらに好ましくは、次の条件式を満たすのがよい。

【0078】

$$17.5^\circ < \alpha < 25^\circ \quad \dots (11-2)$$

本発明は、以上の何れかの結像光学系と、その像側に配された電子撮像素子を

備えた電子撮像装置を含むものである。

【0079】

この場合に、結像光学系の半画角が 30° よりも大きく 50° よりも小さいことが望ましい。

【0080】

この下限値の 30° を越えると、撮影範囲が狭くなってしまい、上限値の 50° を越えると、ディストーションが起こりやすくなる。また、電子撮像素子の有効撮像領域の周辺へ入射する光束の入射角が大きくなり、像劣化が起こりやすくなる。

【0081】

また、本発明の別の撮像装置は、物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記明るさ絞りは、光軸が通過する開口形状が固定されており、かつ、開口部の外周面を像面側程光軸に近づくように、最軸外光束の入射角以上の傾斜角で傾斜させたことを特徴とするものである。

【0082】

この構成の作用を説明すると、明るさ絞り周辺面での反射光が結像光学系の内部に入射すると、ゴースト、フレアといった現象が起こりやすくなる。特に、本願発明のように、物体側から順に、明るさ絞り、第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された小型の結像光学系では、撮像素子の撮像面も小さくなるため、相対的に明るさ絞りの外周面での反射光の影響が大きくなる。

【0083】

そこで、本発明では、最も物体側に明るさ絞りが配されることを利用して、明るさ絞りの開口部の外周面を像面側程光軸に近づくように、最軸外光束の入射角以上の傾斜角で傾斜させた固定形状としている。

【0084】

このような構成により、開口部の外周面で反射した光束が撮像素子に入射し難くなり、フレア、ゴーストの影響を低減することが可能になる。

【0085】

また、本発明のさらに別の撮像装置は、物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記結像光学系と前記撮像素子を保持しかつ前記明るさ絞りを同一樹脂材で一体成形したレンズ枠を備えたことを特徴とするものである。

【0086】

この構成の作用を説明すると、本発明の光学系は、明るさ絞りが最も物体側に位置する構成であるため、この絞り以降の各々のレンズは像側に配されるレンズ程有効面が大きくなる。したがって、これらのレンズを保持するレンズ枠を形成が容易な同一樹脂で一体成形することで、枠の像面側からレンズを挿入することでレンズの位置決めができるので、製造が容易となる。

【0087】

その際に、レンズ枠に明るさ絞りの構成を一体化させることで、製造工程を大幅に削減し、かつ、このレンズ枠自体に撮像素子の保持機能を備えさせることで、枠内へごみが進入しづらい構成とすることが可能となる。

【0088】

また、本発明のさらに別の撮像装置は、物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記結像光学系を保持するレンズ枠を備え、少なくとも前記第1正レンズ、第3正レンズの各々の外周に、物体側程光軸に近づくよう傾斜させた傾斜部を設け、前記レンズ枠に前記傾斜部が当接していることを特徴とするものである。

【0089】

この構成の作用を説明すると、本発明の光学系は、明るさ絞りが最も物体側に位置する構成であるため、この絞り以降の各々のレンズは像側に配されるレンズ程有効面が大きくなる。特に第1正レンズと第3正レンズで顕著となる。したがって、上述の構成とすることで軸外光束に沿ったレンズ外形となり、ケラレを抑えつつ小型化し、枠の像面側からレンズを挿入することでレンズの位置決めがで

きるので、製造が容易となる。

【0090】

さらには、全レンズの外周に物体側程光軸に近づくよう傾斜させた傾斜部を設け、上記レンズ枠にその傾斜部が当接するようにしてもよい。

【0091】

また、本発明のさらに別の撮像装置は、物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記結像光学系を保持するレンズ枠を備え、前記第1正レンズの形状が入射側から見たときに円形であり、前記第3正レンズの形状が、入射側から見たときに撮像素子の有効撮像領域の短辺方向に対応する方向の長さが有効撮像領域の長辺方向に対応する長さよりも短いことを特徴とするものである。

【0092】

この構成の作用を説明すると、本発明の光学系は、明るさ絞りが最も物体側に位置する構成であるため、この絞り以降の各々のレンズは像側に配されるレンズ程有効面が大きくなる。また、有効光束は、像面側程撮像素子の有効撮像領域の形状に近づいてくる。したがって、上述の構成とすることで、有効光束に沿ったレンズ外形となり、ケラレを抑えつつ小型化ができる。

【0093】

なお、以上の各条件式に共通して、各条件式範囲をより限定した下位の条件式の上限值のみ、又は、下限値のみをその上位の条件式の上限值あるいは下限値として限定するようにしてもよい。

【0094】

また、以上の条件式は、任意に複数を組み合わせることで、より本発明の効果を高めることができる。

【0095】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の結像光学系の実施例1～3について説明する。実施例1～3の無限遠物点合焦時のレンズ断面図をそれぞれ図1～図4に示す。図中、明るさ絞

りはS、第1正レンズはL1、第2負レンズはL2、第3正レンズはL3、電子撮像素子のカバーガラスはCG、像面はIで示してある。なお、カバーガラスCGの表面に波長域制限用の多層膜を施してもよい。また、そのカバーガラスCGにローパスフィルター作用を持たせるようにしてもよい。

【0096】

実施例1の結像光学系は、図1に示すように、物体側から順に、明るさ絞りS、像側に凸面を向けた両面非球面の第1正メニスカスレンズL1、物体側に凸面を向けた両面非球面の第2負メニスカスレンズL2、両凸の両面非球面の第3正レンズL3、カバーガラスCGから構成されている。本実施例では、第1レンズL1～第3レンズL3は全てプラスチックからなり、第1レンズL1、第3レンズL3はアモルファスポリオレフィン系のゼオネックス（商品名）、第2レンズL2はポリカーボネイトから構成されている。

【0097】

また、本実施例の仕様は、焦点距離 $f = 3.3 \text{ mm}$ 、像高 2.4 mm であり、半画角 $\omega = 36^\circ$ の広角の光学系である。また、各レンズのそれぞれの光学有効径（片側）は、第2面 r_2 ～第7面 r_7 の順に、 0.610 mm 、 0.953 mm 、 1.341 mm 、 1.245 mm 、 1.438 mm 、 1.884 mm である。

【0098】

実施例2の結像光学系は、図2に示すように、物体側から順に、明るさ絞りS、像側に凸面を向けた両面非球面の第1正メニスカスレンズL1、物体側に凸面を向けた両面非球面の第2負メニスカスレンズL2、物体側に凸面を向けた両面非球面の第3正メニスカスレンズL3、カバーガラスCGから構成されている。本実施例では、第1レンズL1～第2レンズL2はガラス、第3レンズL3はプラスチックからなり、第3レンズL3はアモルファスポリオレフィン系のゼオネックスで構成されている。

【0099】

また、本実施例の仕様は、焦点距離 $f = 3.3 \text{ mm}$ 、像高 2.4 mm であり、半画角 $\omega = 36^\circ$ の広角の光学系である。また、各レンズのそれぞれの光学有効

径 (片側) は、第2面 r_2 ~ 第7面 r_7 の順に、0.630 mm, 0.942 mm, 1.245 mm, 1.202 mm, 1.350 mm, 1.599 mmである。

【0100】

実施例3の結像光学系は、図3に示すように、物体側から順に、明るさ絞りS、像側に凸面を向けた両面非球面の第1正メニスカスレンズL1、物体側に凸面を向けた両面非球面の第2負メニスカスレンズL2、両凸の両面非球面の第3正レンズL3、カバーガラスCGから構成されている。本実施例では、第1レンズL1~第3レンズL3は全てプラスチックからなり、第1レンズL1、第3レンズL3はアモルファスポリオレフィン系のゼオネックス (商品名)、第2レンズL2はポリカーボネイトから構成されている。

【0101】

また、本実施例の仕様は、焦点距離 $f = 3.3$ mm、像高 2.4 mmであり、半画角 $\omega = 36^\circ$ の広角の光学系である。また、各レンズのそれぞれの光学有効径 (片側) は、第2面 r_2 ~ 第7面 r_7 の順に、0.640 mm, 0.986 mm, 1.226 mm, 1.252 mm, 1.845 mm, 2.053 mmである。

【0102】

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、 r_1 、 r_2 ... は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 ... は各レンズ面間の間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} ... は各レンズのd線の屈折率、 ν_{d1} 、 ν_{d2} ... は各レンズのアッベ数である。なお、非球面形状は、 x を光の進行方向を正とした光軸とし、 y を光軸と直交する方向にとると、下記の式にて表される。

【0103】

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K+1) (y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、 r は光軸上の曲率半径、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。

【0104】

実施例 1

$r_1 =$	∞ (絞り)	$d_1 =$	0.1200		
$r_2 =$	-2.6726 (非球面)	$d_2 =$	0.9687	$n_{d1} = 1.49241$	$\nu_{d1} = 57.66$
$r_3 =$	-0.9138 (非球面)	$d_3 =$	0.1000		
$r_4 =$	2.8532 (非球面)	$d_4 =$	0.8000	$n_{d2} = 1.58423$	$\nu_{d2} = 30.49$
$r_5 =$	0.9461 (非球面)	$d_5 =$	0.6800		
$r_6 =$	3.3561 (非球面)	$d_6 =$	1.2969	$n_{d3} = 1.49241$	$\nu_{d3} = 57.66$
$r_7 =$	-5.5439 (非球面)	$d_7 =$	0.5000		
$r_8 =$	∞	$d_8 =$	1.0000	$n_{d4} = 1.51633$	$\nu_{d4} = 64.14$
$r_9 =$	∞	$d_9 =$	0.1749		
$r_{10} =$	∞ (像面)				

非球面係数

第 2 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.2923 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = -2.6271 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -7.6282 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第 3 面

$$K = -2.6868$$

$$A_4 = -1.5367 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = 5.0013 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -4.5494 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第 4 面

$$K = -18.3300$$

$$A_4 = 8.0480 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -8.9950 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 7.8434 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第 5 面

$$K = -4.2745$$

$$A_4 = 2.7143 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 1.4933 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 1.3242 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第 6 面

$$K = -34.8663$$

$$A_4 = 3.2814 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -4.4307 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 2.3091 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = -5.9202 \times 10^{-3}$$

第 7 面

$$K = 7.2292$$

$$A_4 = 1.3056 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 2.3976 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = -1.2672 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -8.5404 \times 10^{-5}$$

【 0 1 0 5 】

実施例 2

$r_1 =$	∞ (絞り)	$d_1 =$	0.1500	
$r_2 =$	-3.5483 (非球面)	$d_2 =$	0.9441	$n_{d1} = 1.52542 \quad \nu_{d1} = 55.78$
$r_3 =$	-0.7869 (非球面)	$d_3 =$	0.1000	
$r_4 =$	5.1411 (非球面)	$d_4 =$	0.6000	$n_{d2} = 1.58423 \quad \nu_{d2} = 30.49$
$r_5 =$	0.8668 (非球面)	$d_5 =$	0.5579	
$r_6 =$	2.7069 (非球面)	$d_6 =$	0.7310	$n_{d3} = 1.52542 \quad \nu_{d3} = 55.78$

$$\begin{aligned} r_7 &= 40.9062 \text{ (非球面)} & d_7 &= 0.5000 \\ r_8 &= \infty & d_8 &= 1.0000 & n_{d4} &= 1.51633 & \nu_{d4} &= 64.10 \\ r_9 &= \infty & d_9 &= 0.5575 \\ r_{10} &= \infty \text{ (像面)} \end{aligned}$$

非球面係数

第 2 面

$$K = 4.8164$$

$$A_4 = -2.0149 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = 1.6121 \times 10^{-1}$$

$$A_8 = -7.0842 \times 10^{-1}$$

$$A_{10} = 4.7295 \times 10^{-1}$$

第 3 面

$$K = -3.2085$$

$$A_4 = -1.9378 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = -1.2206 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 8.1481 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = -1.0139 \times 10^{-1}$$

第 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 5.3097 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 2.9052 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -1.8627 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 1.7525 \times 10^{-3}$$

第 5 面

$$K = -5.2416$$

$$A_4 = 3.9126 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 3.2573 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 2.9813 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -7.9290 \times 10^{-3}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -8.4473 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 3.2379 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -1.0481 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 2.9594 \times 10^{-4}$$

第 7 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 1.3909 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -9.6102 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 1.8961 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -9.8080 \times 10^{-4}$$

【 0 1 0 6 】

実施例 3

$r_1 =$	∞ (絞り)	$d_1 =$	0.1500	
$r_2 =$	-4.4414 (非球面)	$d_2 =$	1.0851	$n_{d1} = 1.52542 \quad \nu_{d1} = 55.78$
$r_3 =$	-0.7656 (非球面)	$d_3 =$	0.1025	
$r_4 =$	7.3594 (非球面)	$d_4 =$	0.6000	$n_{d2} = 1.58423 \quad \nu_{d2} = 30.49$
$r_5 =$	0.8221 (非球面)	$d_5 =$	0.8483	
$r_6 =$	3.5100 (非球面)	$d_6 =$	1.1893	$n_{d3} = 1.52542 \quad \nu_{d3} = 55.78$
$r_7 =$	-5.2488 (非球面)	$d_7 =$	0.5000	
$r_8 =$	∞	$d_8 =$	1.0000	$n_{d4} = 1.51633 \quad \nu_{d4} = 64.14$
$r_9 =$	∞	$d_9 =$	0.1653	
$r_{10} =$	∞ (像面)			

非球面係数

第 2 面

$$K = -2.6276$$

$$A_4 = -1.8738 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = 1.9184 \times 10^{-1}$$

$$A_8 = -8.9468 \times 10^{-1}$$

$$A_{10} = 7.5040 \times 10^{-1}$$

第 3 面

$$K = -3.0386$$

$$A_4 = -1.7124 \times 10^{-1}$$

$$A_6 = -1.4963 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 2.4987 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = -4.2838 \times 10^{-2}$$

第 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 5.9413 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.5563 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -3.3203 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = 1.6576 \times 10^{-4}$$

第 5 面

$$K = -4.8199$$

$$A_4 = 1.5380 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 2.1836 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -1.2885 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 3.1166 \times 10^{-3}$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -4.6658 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 2.1561 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -4.3006 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = 1.7143 \times 10^{-4}$$

第 7 面

$$K = -57.2784$$

$$A_4 = -3.2297 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 1.4832 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -1.5028 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -1.6629 \times 10^{-4}$$

。

【0 1 0 7】

上記実施例 1 ～ 3 の無限遠にフォーカシングした場合の収差図をそれぞれ図 4 ～ 図 6 に示す。これら収差図において、“S A”は球面収差、“A S”は非点収差、“D T”は歪曲収差、“C C”は倍率色収差を示す。また、各収差図中、“ ω ”は半画角を示す。

【0 1 0 8】

次に、上記各実施例における条件 (1) ～ (11) の値を示す。

【0 1 0 9】

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3
(1)	-0.32	-0.15	-0.10
(2)	-0.97	-0.91	-0.93
(3)	0.85	1.90	2.10
(4)	-0.64	-0.34	-0.39
(5)	-0.25	-1.14	-0.20
(6)	1.99	1.41	1.25
(7)	5.98	1.65	1.84
(8)	4.30	3.85	3.30
(9)	2.03	2.84	5.15
(10)	2.08	0.34	15.06
(11)	21.6°	29.8°	18.7°

。

【0 1 1 0】

上記各実施例は小型でありながら、図 4 ～ 図 6 の収差図に示すように、良好な画像が得られている。

【0 1 1 1】

また、本発明の以上の実施例において、プラスチックで構成しているレンズを

ガラスで構成するようにしてもよい。例えば何れかの実施例のプラスチックより屈折率の高いガラスを用いれば、さらに高性能を達成できるのは言うまでもない。また、特殊低分散ガラスを用いれば、色収差の補正に効果があるのは言うまでもない。特にプラスチックで構成する場合には、低吸湿材料を用いることにより、環境変化による性能劣化が軽減されるので好ましい（例えば、日本ゼオン社のゼオネックス（商品名）等がある）。

【0112】

また、ゴースト、フレア等の不要光をカットするために、明るさ絞り S 以外にフレア絞りを配置してもよい。以上の実施例において、明るさ絞り S から第 1 レンズ L 1 間、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 間、第 2 レンズ L 2 と第 3 レンズ L 3 間、第 3 レンズ L 3 と像面 I 間の何れの場所にフレア絞りを配置してもよい。また、枠によりフレア光線をカットするように構成してもよいし、別の部材を用いてフレア絞りを構成してもよい。また、光学系に直接印刷しても、塗装しても、シール等を接着しても構わない。また、その形状は、円形、楕円形、矩形、多角形、関数曲線で囲まれる範囲等、いかなる形状でも構わない。また、有害光束をカットするだけでなく、画面周辺のコマフレア等の光束をカットするようにしてもよい。

【0113】

また、各レンズには、反射防止コートを行い、ゴースト、フレアを軽減しても構わない。マルチコートであれば、効果的にゴースト、フレアを軽減できるので望ましい。また、赤外カットコートをレンズ面、カバーガラス等に行ってもよい。

【0114】

また、ピント調節を行うためにフォーカシングを行うようにしてもよい。レンズ系全体を繰り出してフォーカスを行ってもよいし、一部のレンズを繰り出すか、若しくは、繰り込みをしてフォーカスするようにしてもよい。

【0115】

また、画像周辺部の明るさ低下を CCD のマイクロレンズをシフトすることにより軽減するようにしてもよい。例えば、各像高における光線の入射角に合わせ

て、CCDのマイクロレンズの設計を変えてもよい。また、画像処理により画像周辺部の低下量を補正するようにしてもよい。

【0116】

図7は、上記実施例1の結像光学系5とその像面Iに配置されるCCDユニット6とを、樹脂材で一体成形したレンズ枠7に固定する構成例の、結像光学系5の光軸を含みCCDユニット6の像面Iの対角方向に取った断面図であり、明るさ絞りSは樹脂製のレンズ枠7に一体成形している。このようにすると、結像光学系5を保持するレンズ枠7の製造が容易になる。また、レンズ枠7に明るさ絞りSの構成を一体化させることで、製造工程を大幅に削減し、また、このレンズ枠7自体に撮像素子のCCDを含むCCDユニット6の保持機能を備えさせることで、レンズ枠7内へごみ等が進入し難くなる。

【0117】

また、図7から明らかなように、結像光学系5の第1正レンズL1、第2負レンズL2、第3正レンズL3の各々の外周8に、物体側程光軸に近づくよう傾斜させた傾斜面8を設け、レンズ枠7にその傾斜面を当接して固定可能にすることにより、レンズ枠7へ像面側からレンズL1～L3を落とし込んで位置決め固定できるようになる。

【0118】

また、図8に模式的分解斜視図を示すように、プラスチックで成形したレンズ枠7内に保持される結像光学系の第1正レンズL1の形状は、第1正レンズL1入射側からみて円形、第2負レンズL2、第3正レンズL3は円形のレンズを基に、その上部と下部を切削した小判型の形状をしている。そして、各々のレンズL1～L3のの外周8は絞りS側に傾斜している。レンズ枠7の内面もその傾きに対応して傾斜して成形されている。

【0119】

このように、第1正レンズL1の形状を入射側からみて円形、第2負レンズL2、第3正レンズL3の形状を、入射側から見たときに撮像素子のCCDの有効撮像領域の短辺方向に対応する方向の長さがその有効撮像領域の長辺方向に対応する長さよりも短いものに構成することにより、結像光学系の第1正レンズL1

、第2負レンズL2、第3正レンズL3を有効光束に沿ったレンズ外形にすることができ、ケラレを抑えつつ小型化ができる。なお、この例でも、レンズ枠7内に結像光学系5の第1正レンズL1、第2負レンズL2、第3正レンズL3の各々の外周8の傾斜面を当接して固定させるようにすることで、レンズ枠7内に像面側からレンズL1～L3を落とし込んで位置決め固定できる。

【0120】

また、明るさ絞りSの開口の周辺面は、図7の断面図に示すように、レンズL1側に傾いて構成することが望ましく、その明るさ絞りSの開口の周辺面を、有効光束よりも傾斜角が大きく、実質的に最もレンズ側の角部が絞りの役目をするようにすることで、明るさ絞りSの開口部の外周面で反射した光束が撮像素子のCCDに入射し難くなり、フレア、ゴーストの影響を低減することが可能になる。

【0121】

また、以上の本発明の実施例において、図7、図8に示すように、明るさ絞りSの直前にカバーガラス9を配置するようにしてもよい。

【0122】

ところで、以上の各実施例において、前記のように、カバーガラスCGの入射面側に近赤外シャープカットコートを施してもよい。この近赤外シャープカットコートは、波長600nmでの透過率が80%以上、波長700nmでの透過率が10%以下となるように構成する。具体的には、例えば次のような27層の層構成からなる多層膜である。ただし、設計波長は780nmである。

【0123】

基 板	材質	物理的膜厚 (nm)	$\lambda/4$
第1層	Al ₂ O ₃	58.96	0.50
第2層	TiO ₂	84.19	1.00
第3層	SiO ₂	134.14	1.00
第4層	TiO ₂	84.19	1.00
第5層	SiO ₂	134.14	1.00

第6層	TiO ₂	84.19	1.00
第7層	SiO ₂	134.14	1.00
第8層	TiO ₂	84.19	1.00
第9層	SiO ₂	134.14	1.00
第10層	TiO ₂	84.19	1.00
第11層	SiO ₂	134.14	1.00
第12層	TiO ₂	84.19	1.00
第13層	SiO ₂	134.14	1.00
第14層	TiO ₂	84.19	1.00
第15層	SiO ₂	178.41	1.33
第16層	TiO ₂	101.03	1.21
第17層	SiO ₂	167.67	1.25
第18層	TiO ₂	96.82	1.15
第19層	SiO ₂	147.55	1.05
第20層	TiO ₂	84.19	1.00
第21層	SiO ₂	160.97	1.20
第22層	TiO ₂	84.19	1.00
第23層	SiO ₂	154.26	1.15
第24層	TiO ₂	95.13	1.13
第25層	SiO ₂	160.97	1.20
第26層	TiO ₂	99.34	1.18
第27層	SiO ₂	87.19	0.65

空 気

【0124】

上記の近赤外シャープカットコート透過率特性は図9に示す通りである。

【0125】

また、ローパスフィルターの射出面側には、図10に示すような短波長域の色の透過を低減する色フィルターを設けるか若しくはコーティングを行うことで、

より一層電子画像の色再現性を高めている。

【0126】

具体的には、このフィルター若しくはコーティングにより、波長 400 nm～700 nm で透過率が最も高い波長の透過率に対する 420 nm の波長の透過率の比が 15 % 以上であり、その最も高い波長の透過率に対する 400 nm の波長の透過率の比が 6 % 以下であることが好ましい。

【0127】

それにより、人間の目の色に対する認識と、撮像及び再生される画像の色とのずれを低減させることができる。言い換えると、人間の視覚では認識され難い短波長側の色が、人間の目で容易に認識されることによる画像の劣化を防止することができる。

【0128】

上記の 400 nm の波長の透過率の比が 6 % を越えると、人間の目では認識され難い短波長域が認識し得る波長に再生されてしまい、逆に、上記の 420 nm の波長の透過率の比が 15 % よりも小さいと、人間の認識し得る波長域の再生が低くなり、色のバランスが悪くなる。

【0129】

このような波長を制限する手段は、補色モザイクフィルターを用いた撮像系においてより効果を奏するものである。

【0130】

上記各実施例では、図 10 に示すように、波長 400 nm における透過率を 0 %、420 nm における透過率を 90 %、440 nm にて透過率のピーク 100 % となるコーティングとしている。

【0131】

前記した近赤外シャープカットコートとの作用の掛け合わせにより、波長 450 nm の透過率 99 % をピークとして、400 nm における透過率を 0 %、420 nm における透過率を 80 %、600 nm における透過率を 82 %、700 nm における透過率を 2 % としている。それにより、より忠実な色再現を行っている。

【0 1 3 2】

また、ローパスフィルターは、像面上投影時の方位角度が水平（＝ 0° ）と $\pm 45^{\circ}$ 方向にそれぞれ結晶軸を有する 3 種類のフィルターを光軸方向に重ねて使用することができ、それぞれについて、水平に $a \mu\text{m}$ 、 $\pm 45^{\circ}$ 方向にそれぞれ $\text{SQRT}(1/2) \times a$ だけずらすことで、モアレ抑制を行うことができる。ここで、S Q R T はスクエアルートであり平方根を意味する。

【0 1 3 3】

また、C C D の撮像面 I 上には、図 1 1 に示す通り、シアン、マゼンダ、イエロー、グリーン（緑）の 4 色の色フィルターを撮像画素に対応してモザイク状に設けた補色モザイクフィルターを設けている。これら 4 種類の色フィルターは、それぞれが略同じ数になるように、かつ、隣り合う画素が同じ種類の色フィルターに対応しないようにモザイク状に配置されている。それにより、より忠実な色再現が可能となる。

【0 1 3 4】

補色モザイクフィルターは、具体的には、図 1 1 に示すように少なくとも 4 種類の色フィルターから構成され、その 4 種類の色フィルターの特性は以下の通りであることが好ましい。

【0 1 3 5】

グリーンの色フィルター G は波長 G_p に分光強度のピークを有し、
イエローの色フィルター Y_e は波長 Y_p に分光強度のピークを有し、
シアンの色フィルター C は波長 C_p に分光強度のピークを有し、
マゼンダの色フィルター M は波長 M_{p1} と M_{p2} にピークを有し、以下の条件を満足する。

【0 1 3 6】

$$510 \text{ nm} < G_p < 540 \text{ nm}$$

$$5 \text{ nm} < Y_p - G_p < 35 \text{ nm}$$

$$-100 \text{ nm} < C_p - G_p < -5 \text{ nm}$$

$$430 \text{ nm} < M_{p1} < 480 \text{ nm}$$

$$580 \text{ nm} < M_{p2} < 640 \text{ nm}$$

さらに、グリーン、イエロー、シアンの色フィルターはそれぞれの分光強度のピークに対して波長 5 3 0 nm では 8 0 % 以上の強度を有し、マゼンダの色フィルターはその分光強度のピークに対して波長 5 3 0 nm では 1 0 % から 5 0 % の強度を有することが、色再現性を高める上でより好ましい。

【0 1 3 7】

上記各実施例におけるそれぞれの波長特性の 1 例を図 1 2 に示す。グリーンの色フィルター G は 5 2 5 nm に分光強度のピークを有している。イエローの色フィルター Y_e は 5 5 5 nm に分光強度のピークを有している。シアンの色フィルター C は 5 1 0 nm に分光強度のピークを有している。マゼンダの色フィルター M は 4 4 5 nm と 6 2 0 nm にピークを有している。また、5 3 0 nm における各色フィルターは、それぞれの分光強度のピークに対して、G は 9 9 %、 Y_e は 9 5 %、C は 9 7 %、M は 3 8 % としている。

【0 1 3 8】

このような補色フィルターの場合、図示しないコントローラー（若しくは、デジタルカメラに用いられるコントローラー）で、電氣的に次のような信号処理を行い、

輝度信号

$$Y = | G + M + Y_e + C | \times 1 / 4$$

色信号

$$R - Y = | (M + Y_e) - (G + C) |$$

$$B - Y = | (M + C) - (G + Y_e) |$$

の信号処理を経て R（赤）、G（緑）、B（青）の信号に変換される。

【0 1 3 9】

ところで、上記した近赤外シャープカットコート配置位置は、光路上のどの位置であってもよい。また、ローパスフィルターの枚数も 2 枚でも 1 枚でも構わない。

【0 1 4 0】

本発明の撮像装置において、光量調整のために、明るさ絞り S を複数の絞り羽にて構成し、その開口形状を可変とすることで調整する可変絞りを用いてもよい。

。図13は、開口時絞り形状の例を示す説明図、図14は、2段絞り時の絞り形状の例を示す説明図である。図13、図14において、OPは光軸、Daは6枚の絞り板、Xa、Xbは開口部を示している。本発明においては、絞りの開口形状を開放状態（図13）と、所定の条件を満たすF値となる絞り値（2段絞り、図14）の2種類のみとすることができる。

【0141】

又は、形状又は透過率の異なる形状固定の複数の明るさ絞りを設けたターレットを用いて、必要な明るさに応じて、何れかの明るさ絞りを結像光学系の物体側光軸上に配置する構成とすると、絞り機構の薄型化が図れる。また、そのターレット上に配された複数の明るさ絞りの開口の中の最も光量を低減させる開口に、他の明るさ絞りの透過率よりも低い透過率の光量低減フィルターを配する構成としてもよい。それにより、絞りの開口径を絞り込みすぎることがなくなり、絞りの開口径が小さいことにより発生する回折による結像性能の悪化を抑えることができる。

【0142】

この場合の1例の構成を示す斜視図を図15に示す。結像光学系の第1正レンズL1の物体側の光軸上の絞りSの位置に、0段、-1段、-2段、-3段、-4段の明るさ調節を可能とするターレット10を配置している。

【0143】

ターレット10には、0段の調整をする開口形状が最大絞り径の円形で固定の空間からなる開口1A（波長550nmに対する透過率は100%）と、-1段補正するために開口1Aの開口面積の約半分の開口面積を有する開口形状が固定の透明な平行平板（波長550nmに対する透過率は99%）からなる開口1Bと、開口1Bと同じ面積の円形開口部を有し、-2段、-3段、-4段に補正するため、各々波長550nmに対する透過率が50%、25%、13%のNDフィルターが設けられた開口部1C、1D、1Eとを有している。

【0144】

そして、ターレット10に設けた回転軸11の周りの回動により何れかの開口を絞り位置に配することで光量調節を行っている。

【0145】

また、図15に示すターレット10に代えて、図16の正面図に示すターレット10'を用いることができる。結像光学系の第1正レンズL1の物体側の光軸上の絞りSの位置に、0段、-1段、-2段、-3段、-4段の明るさ調節を可能とするターレット10'を配置している。

【0146】

ターレット10'には、0段の調整をする開口形状が最大絞り径の円形で固定の開口1A'と、-1段補正するために開口1A'の開口面積の約半分となる開口面積を有する開口形状が固定の開口1B'と、さらに開口面積が順に小さくなり、-2段、-3段、-4段に補正するための形状が固定の開口部1C'、1D'、1E'とを有している。

【0147】

そして、ターレット10'に設けた回転軸11の周りの回動により何れかの開口を絞り位置に配することで光量調節を行っている。

【0148】

また、より薄型化のために、明るさ絞りSの開口を、形状、位置共に固定の絞りとし、光量調整は、撮像素子からの出力信号を電氣的に調整するようにしてもよい。また、レンズ系の他の空間、例えば第3正レンズL3とCCDカバーガラスCGの間にNDフィルターを抜き差しして光量調整を行う構成としてもよい。図17はその1例を示す図であり、ターレット10"の開口1A"は素通し面又は中空の開口、開口1B"は透過率1/2のNDフィルター、開口1C"は透過率1/4のNDフィルター、開口1D"は透過率1/8のNDフィルター等を設けたターレット状のものを扱い、中心の回転軸の周りの回動により何れかの開口を光路中の何れかの位置に配することで光量調節を行っている。

【0149】

また、光量調節のフィルターとして、光量ムラを抑えるように光量調節が可能なフィルター面を設けてもよい。例えば、暗い被写体に対しては中心部の光量確保を優先して透過率を均一とし、明るい被写体に対してのみ明るさムラを補うように、図18に示すように、同心円状に光量が中心程低下するフィルターを配す

る構成としてもよい。

【0150】

また、絞り S としては、第 1 正レンズ L 1 の入射面側の周辺部を黒塗りしたものでよい。

【0151】

また、本発明による撮像装置を、カメラ等のように映像を静止画として保存するものとする場合、光量調整のためのシャッターを光路中に配置するとよい。

【0152】

そのようなシャッターとしては、CCD の直前に配置したフォーカルプレーンシャッターやロータリーシャッター、液晶シャッターでもよいし、開口絞り自体をシャッターとして構成してもよい。

【0153】

図 19 にシャッターの 1 例を示す。図 19 に示すものは、フォーカルプレーンシャッターの 1 つであるロータリーフォーカルプレーンシャッターの例であり、図 19 (a) は裏面側から見た図、図 19 (b) は表面側から見た図である。15 はシャッター基板であり、像面の直前又は任意の光路位置に配される構成となっている。基板 15 には、光学系の有効光束を透過する開口部 16 が設けられている。17 はロータリーシャッター幕である。18 はロータリーシャッター幕 17 の回転軸であり、回転軸 18 は基板 15 に対して回転し、ロータリーシャッター幕 17 と一体化されている。回転軸 18 は基板 15 の表面のギヤ 19、20 と連結されている。このギヤ 19、20 は図示しないモーターと連結されている。

【0154】

このような構成において、図示しないモーターの駆動により、ギヤ 19、20、回転軸 18 を介して、ロータリーシャッター幕 17 が回転軸 18 を中心に回転するように構成されている。

【0155】

このロータリーシャッター幕 17 は略半円型に構成され、回転により基板 15 の開口部 16 の遮蔽と退避を行い、シャッターの役割を果たしている。シャッタースピードはこのロータリーシャッター幕 17 の回転する速度を変えること

で調整される。

【0 1 5 6】

図 2 0 (a) ~ (d) は、ロータリーシャッター幕 1 7 が回転する様子を像面側からみた図である。時間を追って図の (a)、(b)、(c)、(d)、(a) の順で移動する。

【0 1 5 7】

以上のように、レンズ系の異なる位置に形状が固定の開口絞り S と光量調整を行うフィルターあるいはシャッターを配置することにより、回折の影響を抑えて高画質を保ちつつ、フィルターやシャッターにより光量調整が行え、かつ、レンズ系の全長の短縮化も可能とした撮像装置を得ることができる。

【0 1 5 8】

また、機械的なシャッターを用いずに、C C D の電気信号の一部を取り出して静止画を得るような電氣的な制御で行う構成としてもよい。このような構成の 1 例を、図 2 1、図 2 2 により C C D 撮像の動作を説明しながら説明する。図 2 1 は、インターレース式（飛び越し走査式）で信号の順次読み出しを行っている C C D 撮像の動作説明図である。図 2 1 において、P a ~ P c はフォトダイオードを用いた感光部、V a ~ V c は C C D による垂直転送部、H a は C C D による水平転送部である。A フィールドは奇数フィールド、B フィールドは偶数フィールドを示している。

【0 1 5 9】

図 2 1 の構成では、基本動作が次のように行われる。すなわち、(1) 感光部で光による信号電荷の蓄積（光電変換）、(2) 感光部から垂直転送部への信号電荷のシフト（フィールドシフト）、(3) 垂直転送部での信号電荷の転送（垂直転送）、(4) 垂直転送部から水平転送部への信号電荷の転送（ラインシフト）、(5) 水平転送部での信号電荷の転送（水平転送）、(6) 水平転送部の出力端で信号電荷の検出（検出）。このような順次読み出しは、A フィールド（奇数フィールド）と B フィールド（偶数フィールド）の何れか一方を用いて行うことができる。

【0 1 6 0】

図 21 のインターレース式（飛び越し走査式）CCD 撮像は、TV 放送方式やアナログビデオ方式では、A フィールドと B フィールドの蓄積タイミングが $1/60$ ずれている。これをそのまま DSC (Digital Spectrum Compatible) 用画像としてフレーム画を構成すると、動きのある被写体の場合、二重像のようなブレを起こす。そこで、このタイプの CCD 撮像では、A、B フィールドを同時露光して隣接するフィールドの信号を混合する。そして、機械的なシャッターで露光終了時に湛光した後、A フィールドと B フィールドそれぞれ別々に読み出して信号を合成する方法が取られている。

【0161】

本発明においては、機械的なシャッターの役割をスミア防止用のみとして、A フィールドのみの順次読み出し、あるいは、A、B フィールドを同時混合読み出しとすることにより、垂直解像度は低下するが、機械的なシャッターの駆動スピードに左右されず（電子的なシャッターのみでコントロールできるため）、高速シャッターを切ることができる。図 21 の例では、垂直転送部の CCD の数が感光部を構成するフォトダイオードの数の半分であるので、小型化しやすいという利点がある。

【0162】

図 22 は、信号の順次読み出しをプログレッシブ式で行う CCD 撮像の動作説明図である。図 22 において、P d ~ P f はフォトダイオードを用いた感光部、V d ~ V f は CCD による垂直転送部、H b は CCD による水平転送部である。

【0163】

図 22 においては、画素の並び順に読み出すことができるので、電荷蓄積読み出し作業を全て電子的にコントロールすることが可能となる。したがって、露光時間を ($1/10000$ 秒) 程度に短くすることができる。図 22 の例では、図 21 の場合よりも垂直 CCD の数が多く、小型化が困難という不利な点があるが、前記したような利点があるので、本発明においては、図 21、図 22 の何れの方法も採用することができる。

【0164】

さて、以上のような本発明の撮像装置は、結像光学系で物体像を形成しその像

をCCD等の撮像素子に受光させて撮影を行う撮影装置、とりわけデジタルカメラやビデオカメラ、情報処理装置の例であるパソコン、電話、特に持ち運びに便利な携帯電話等に用いることができる。以下に、その実施形態を例示する。

【0165】

図23～図25は、本発明による結像光学系をデジタルカメラの撮影光学系41に組み込んだ構成の概念図を示す。図23はデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図24は同後方斜視図、図25はデジタルカメラ40の構成を示す断面図である。デジタルカメラ40は、この例の場合、撮影用光路42を有する撮影光学系41、ファインダー用光路44を有するファインダー光学系43、シャッター45、フラッシュ46、液晶表示モニター47等を含み、カメラ40の上部に配置されたシャッター45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1の結像光学系を通して撮影が行われる。撮影光学系41によって形成された物体像が、近赤外カットコートを設けローパスフィルター作用を持たせたカバーガラスCGを介してCCD49の撮像面上に形成される。このCCD49で受光された物体像は、処理手段51を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47に表示される。また、この処理手段51には記録手段52が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、この記録手段52は処理手段51と別体に設けてもよいし、フロッピーディスクやメモリーカード、MO等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD49に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

【0166】

さらに、ファインダー用光路44上にはファインダー用対物光学系53が配置してある。このファインダー用対物光学系53によって形成された物体像は、像正立部材であるポロプリズム55の視野枠57上に形成される。このポロプリズム55の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球Eに導く接眼光学系59が配置されている。なお、撮影光学系41及びファインダー用対物光学系53の入射側、接眼光学系59の射出側にそれぞれカバー部材50が配置されている。

【0167】

このように構成されたデジタルカメラ40は、撮影光学系41が高性能で小型であるので、高性能・小型化が実現できる。

【0168】

なお、図25の例では、カバー部材50として平行平板を配置しているが、パワーを持ったレンズを用いてもよい。

【0169】

次に、本発明の結像光学系が対物光学系として内蔵された情報処理装置の1例であるパソコンが図26～図28に示される。図26はパソコン300のカバーを開いた前方斜視図、図27はパソコン300の撮影光学系303の断面図、図28は図26の状態の側面図である。図26～図28に示されるように、パソコン300は、外部から操作者が情報を入力するためのキーボード301と、図示を省略した情報処理手段や記録手段と、情報を操作者に表示するモニター302と、操作者自身や周辺の像を撮影するための撮影光学系303とを有している。ここで、モニター302は、図示しないバックライトにより背面から照明する透過型液晶表示素子や、前面からの光を反射して表示する反射型液晶表示素子や、CRTディスプレイ等であってよい。また、図中、撮影光学系303は、モニター302の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター302の周囲や、キーボード301の周囲のどこであってよい。

【0170】

この撮影光学系303は、撮影光路304上に、本発明による結像光学系（図では略記）からなる対物レンズ112と、像を受光する撮像素子チップ162とを有している。これらはパソコン300に内蔵されている。

【0171】

ここで、撮像素子チップ162上にはローパスフィルター作用を持たせたカバーガラスCGが付加的に貼り付けられて撮像ユニット160として一体に形成され、対物レンズ112の鏡枠113の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ112と撮像素子チップ162の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠113の先端には、対物レンズ112を保護するためのカバーガラス114が配置されてい

る。

【0172】

撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、パソコン300の処理手段に入力され、電子画像としてモニター302に表示される、図26には、その1例として、操作者の撮影された画像305が示されている。また、この画像305は、処理手段を介し、インターネットや電話を介して、遠隔地から通信相手のパソコンに表示されることも可能である。

【0173】

次に、本発明の結像光学系が撮影光学系として内蔵された情報処理装置の1例である電話、特に持ち運びに便利な携帯電話が図29に示される。図29(a)は携帯電話400の正面図、図29(b)は側面図、図29(c)は撮影光学系405の断面図である。図29(a)～(c)に示されるように、携帯電話400は、操作者の声を情報として入力するマイク部401と、通話相手の声を出力するスピーカ部402と、操作者が情報を入力する入力ダイヤル403と、操作者自身や通話相手等の撮影像と電話番号等の情報を表示するモニター404と、撮影光学系405と、通信電波の送信と受信を行うアンテナ406と、画像情報や通信情報、入力信号等の処理を行う処理手段(図示せず)とを有している。ここで、モニター404は液晶表示素子である。また、図中、各構成の配置位置は、特にこれらに限られない。この撮影光学系405は、撮影光路407上に配置された本発明による結像光学系(図では略記)からなる対物レンズ112と、物体像を受光する撮像素子チップ162とを有している。これらは、携帯電話400に内蔵されている。

【0174】

ここで、撮像素子チップ162上にはローパスフィルター作用を持たせたカバーガラスCGが付加的に貼り付けられて撮像ユニット160として一体に形成され、対物レンズ112の鏡枠113の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ112と撮像素子チップ162の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠113の先端には、対物レンズ112を保護するためのカバーガラス114が配置されてい

る。

【0175】

撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、図示していない処理手段に入力され、電子画像としてモニター404に、又は、通信相手のモニターに、又は、両方に表示される。また、通信相手に画像を送信する場合、撮像素子チップ162で受光された物体像の情報を、送信可能な信号へと変換する信号処理機能が処理手段には含まれている。

【0176】

以上の各実施例は、前記の特許請求の範囲の構成に合わせて種々変更することができる。

【0177】

なお、本発明において次のように結像光学系及びそれを用いた撮像装置を構成することもできる。

【0178】

〔1〕 物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記明るさ絞りは、光軸が通過する開口形状が固定されており、かつ、開口部の外周面を像面側程光軸に近づくように、最軸外光束の入射角以上の傾斜角で傾斜させたことを特徴とする撮像装置。

【0179】

〔2〕 物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記結像光学系と前記撮像素子を保持しかつ前記明るさ絞りを同一樹脂材で一体成形したレンズ枠を備えたことを特徴とする撮像装置。

【0180】

〔3〕 物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記結像光学系を保持するレンズ枠を備え、少なくとも前記第1正レンズ、第3正レンズの各々の外周に、物体側程光軸に近づくよう傾

斜させた傾斜部を設け、前記レンズ枠に前記傾斜部が当接していることを特徴とする撮像装置。

【0181】

〔4〕 物体側から順に、明るさ絞り、像側に凸面を向けた第1正レンズ、第2負レンズ、第3正レンズの順に配置された結像光学系、及び、その像側に配された撮像素子を有し、前記結像光学系を保持するレンズ枠を備え、前記第1正レンズの形状が入射側から見たときに円形であり、前記第3正レンズの形状が、入射側から見たときに撮像素子の有効撮像領域の短辺方向に対応する方向の長さが有効撮像領域の長辺方向に対応する長さよりも短いことを特徴とする撮像装置。

【0182】

【発明の効果】

本発明により、製造誤差に対する性能劣化が少なく、全長短縮しても高性能な小型な結像光学系を得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の結像光学系の実施例1の無限遠物点合焦時のレンズ断面図である。

【図2】

実施例2の結像光学系の図1と同様のレンズ断面図である。

【図3】

実施例3の結像光学系の図1と同様のレンズ断面図である。

【図4】

実施例1の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図5】

実施例2の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図6】

実施例3の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図7】

実施例1の結像光学系とその像面に配置されるCCDユニットとを樹脂材で一

体成形したレンズ枠に固定する構成例の断面図である。

【図 8】

結像光学系の第 3 正レンズを小判型の形状にする場合の模式的分解斜視図である。

【図 9】

近赤外シャープカットコートの一例の透過率特性を示す図である。

【図 10】

ローパスフィルターの射出面側に設ける色フィルターの一例の透過率特性を示す図である。

【図 11】

補色モザイクフィルターの色フィルター配置を示す図である。

【図 12】

補色モザイクフィルターの波長特性の一例を示す図である。

【図 13】

絞りの開口形状を開放状態としたことを示す図である。

【図 14】

絞りの開口形状を 2 段絞りとした状態を示す図である。

【図 15】

形状と透過率の異なる形状固定の複数の明るさ絞りを設けたターレットを配置した本発明の結像光学系の構成を示す斜視図である。

【図 16】

図 15 に示すターレットに代わる別のターレットを示す正面図である。

【図 17】

本発明において利用可能な別のターレット状の光量調整フィルターを示す図である。

【図 18】

光量ムラを抑えるフィルターの例を示す図である。

【図 19】

ロータリーフォーカルプレーンシャッターの例を示す裏面図と表面図である。

【図 2 0】

図 1 9 のシャッターのロータリーシャッター幕が回転する様子を示す図である。

【図 2 1】

インターレース式 C C D 撮像の動作説明図である。

【図 2 2】

プログレッシブ式 C C D 撮像の動作説明図である。

【図 2 3】

本発明による結像光学系を組み込んだデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。

【図 2 4】

図 2 3 のデジタルカメラの後方斜視図である。

【図 2 5】

図 2 3 のデジタルカメラの断面図である。

【図 2 6】

本発明による結像光学系が対物光学系として組み込まれたパソコンのカバーを開いた前方斜視図である。

【図 2 7】

パソコンの撮影光学系の断面図である。

【図 2 8】

図 2 6 の状態の側面図である。

【図 2 9】

本発明による結像光学系が対物光学系として組み込まれた携帯電話の正面図、側面図、その撮影光学系の断面図である。

【符号の説明】

S …明るさ絞り

L 1 …第 1 正レンズ

L 2 …第 2 負レンズ

L 3 …第 3 正レンズ

C G…カバーガラス

I …像面

O P…光軸

D a…絞り板

X a、X b…開口部

P a～P f…感光部

V a～V f…垂直転送部

H a、H b…水平転送部

E …観察者眼球

1 A、1 B、1 C、1 D、1 E…開口

1 A'、1 B'、1 C'、1 D'、1 E'…開口

1 A''、1 B''、1 C''、1 D''…開口

5…結像光学系

6…CCDユニット

7…レンズ枠

8…レンズ外周

9…カバーガラス

1 0…ターレット

1 0'…ターレット

1 0''…ターレット

1 1…回転軸

1 5…シャッター基板

1 6…開口部

1 7…ロータリーシャッター幕

1 8…回転軸

1 9、2 0…ギヤ

4 0…デジタルカメラ

4 1…撮影光学系

4 2…撮影用光路

4 3…ファインダー光学系
4 4…ファインダー用光路
4 5…シャッター
4 6…フラッシュ
4 7…液晶表示モニター
4 9…C C D
5 0…カバー部材
5 1…処理手段
5 2…記録手段
5 3…ファインダー用対物光学系
5 5…ポロプリズム
5 7…視野枠
5 9…接眼光学系
1 1 2…対物レンズ
1 1 3…鏡枠
1 1 4…カバーガラス
1 6 0…撮像ユニット
1 6 2…撮像素子チップ
1 6 6…端子
3 0 0…パソコン
3 0 1…キーボード
3 0 2…モニター
3 0 3…撮影光学系
3 0 4…撮影光路
3 0 5…画像
4 0 0…携帯電話
4 0 1…マイク部
4 0 2…スピーカ部
4 0 3…入力ダイアル

4 0 4 …モニター

4 0 5 …撮影光学系

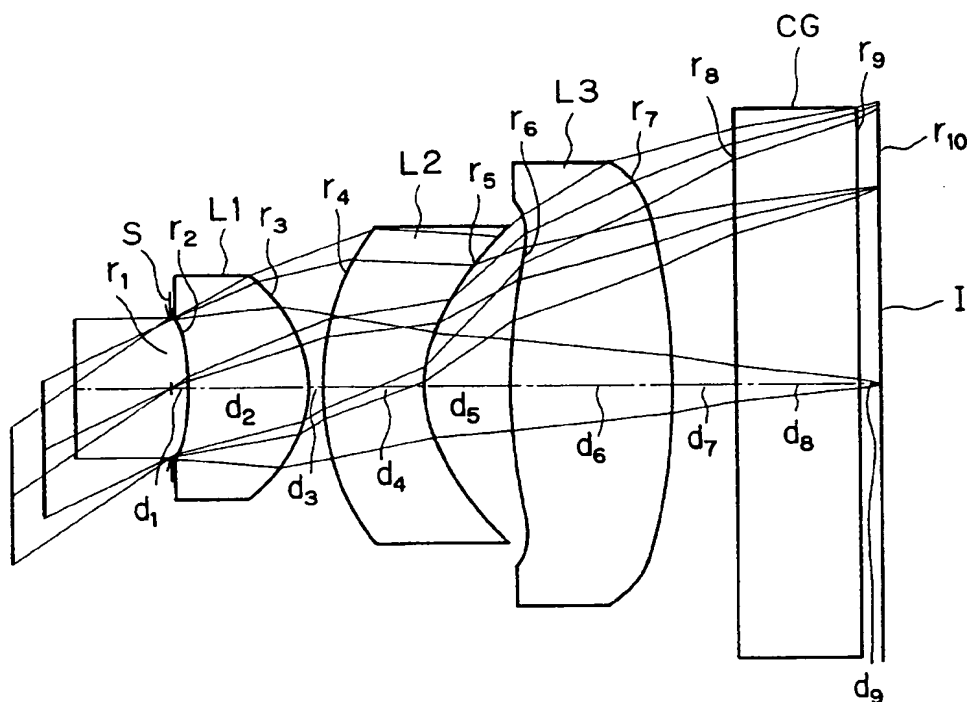
4 0 6 …アンテナ

4 0 7 …撮影光路

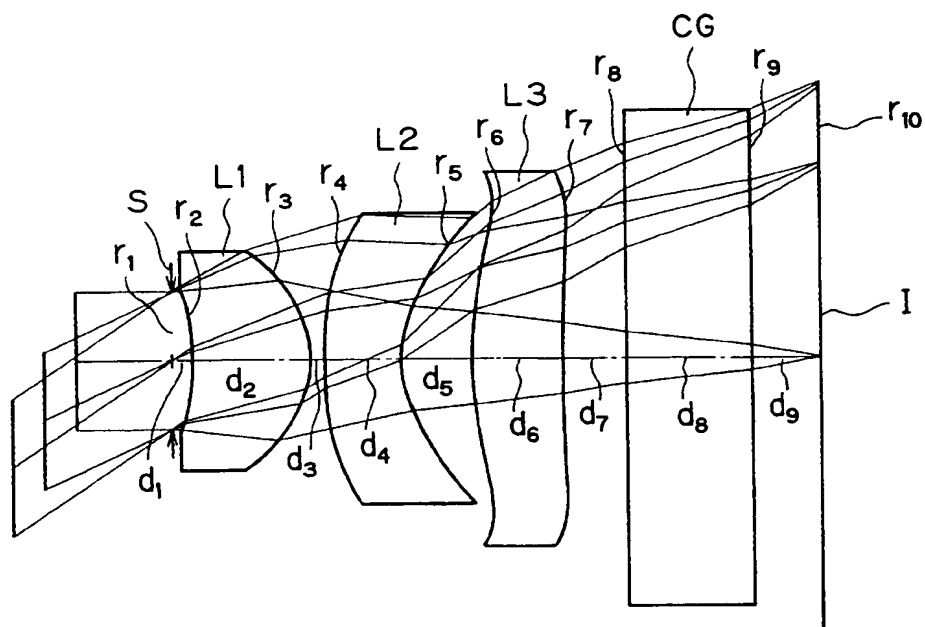
【書類名】

図面

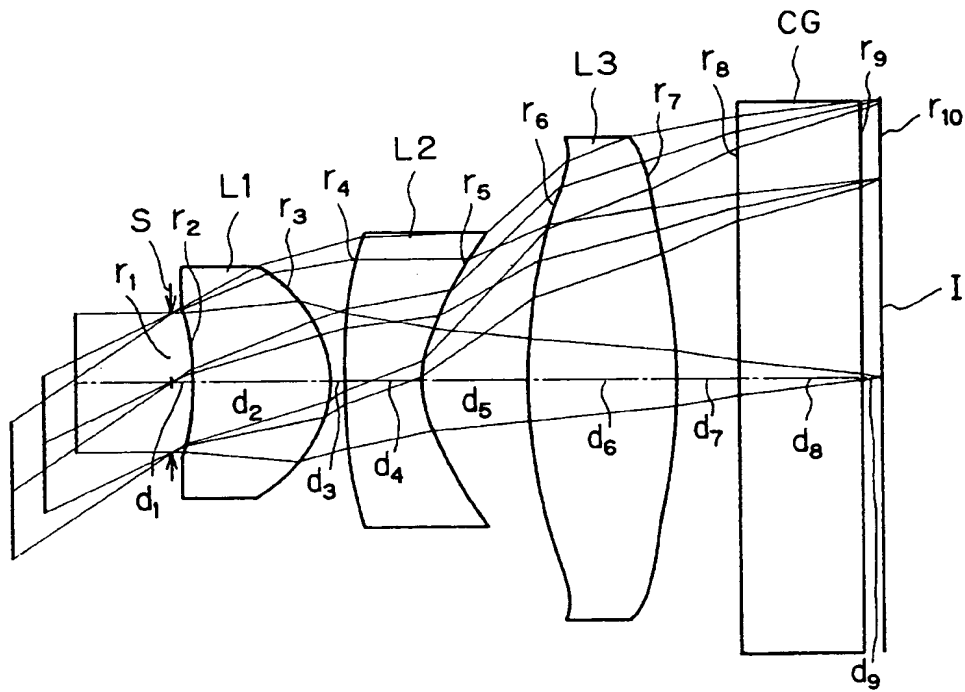
【図 1】



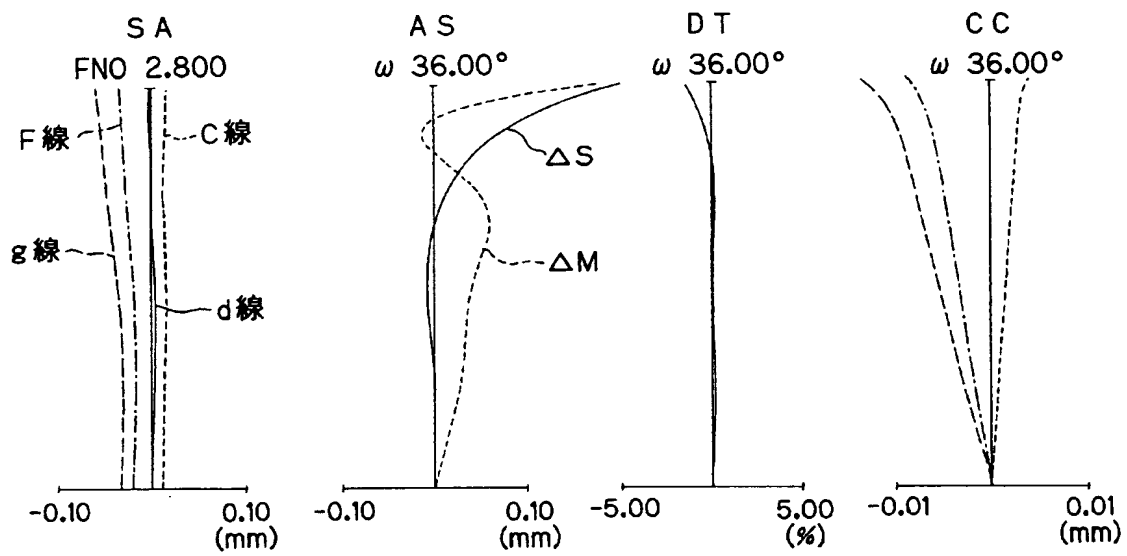
【図 2】



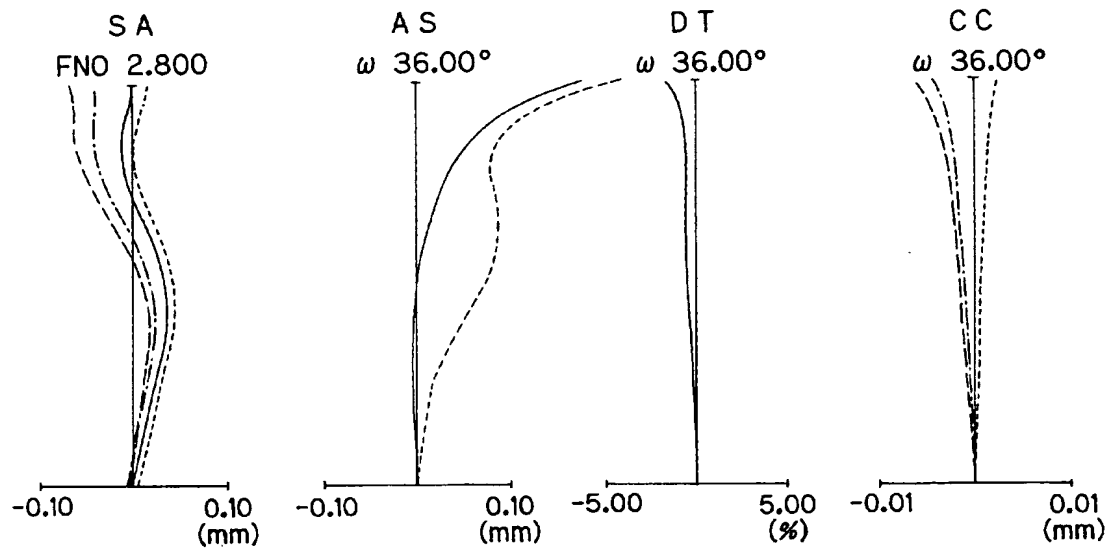
【図 3】



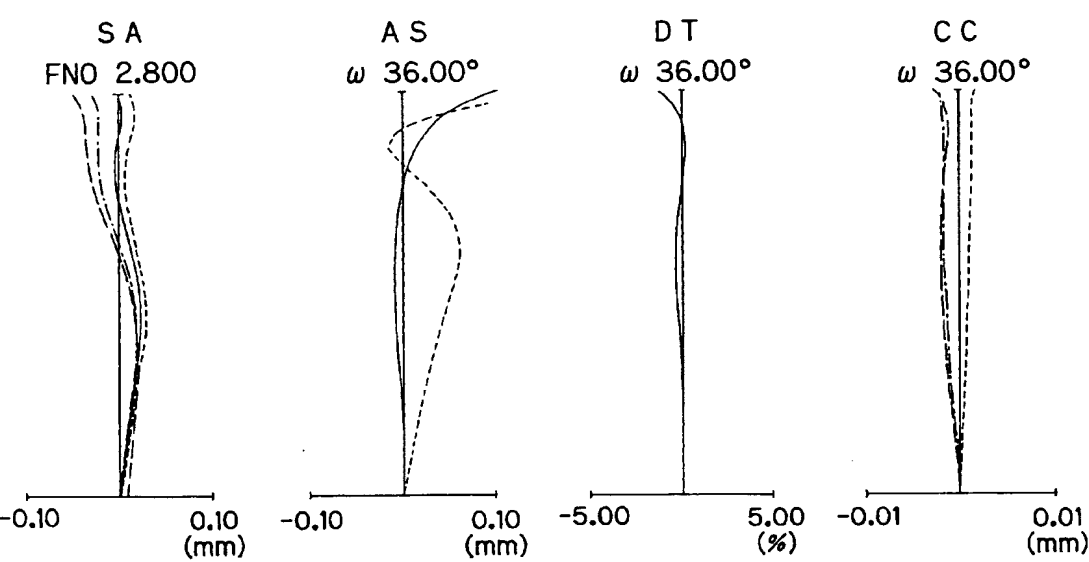
【図 4】



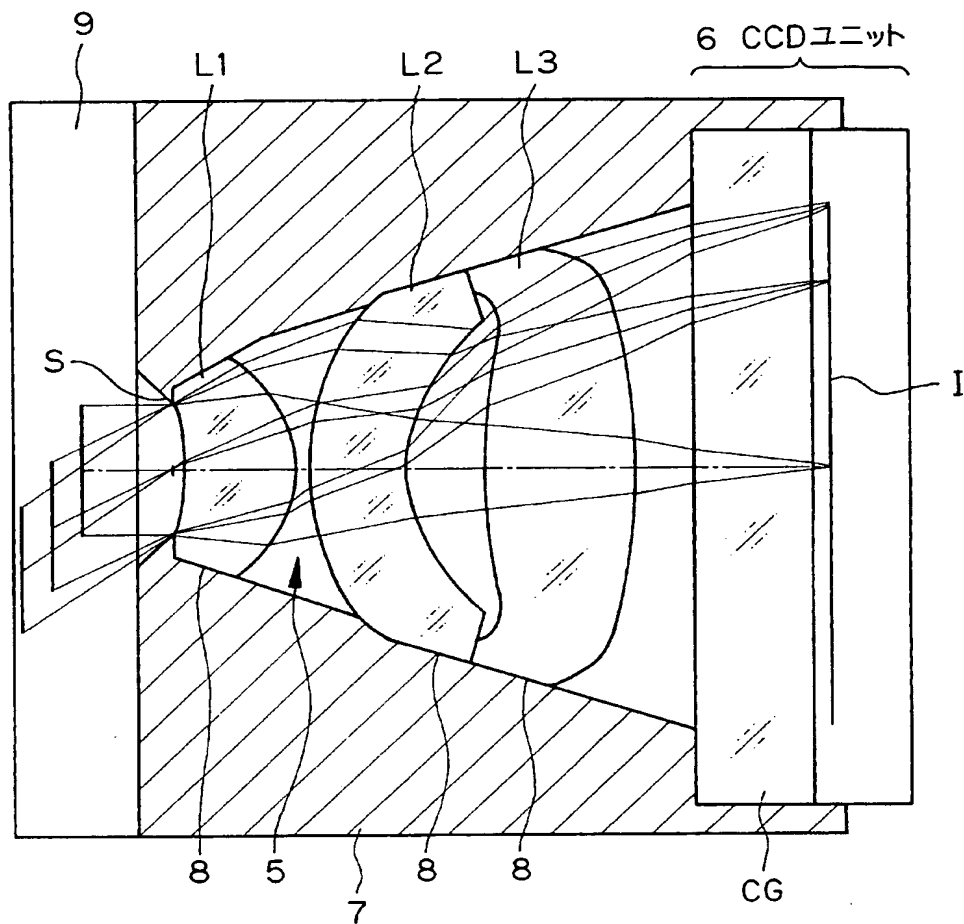
【図 5】



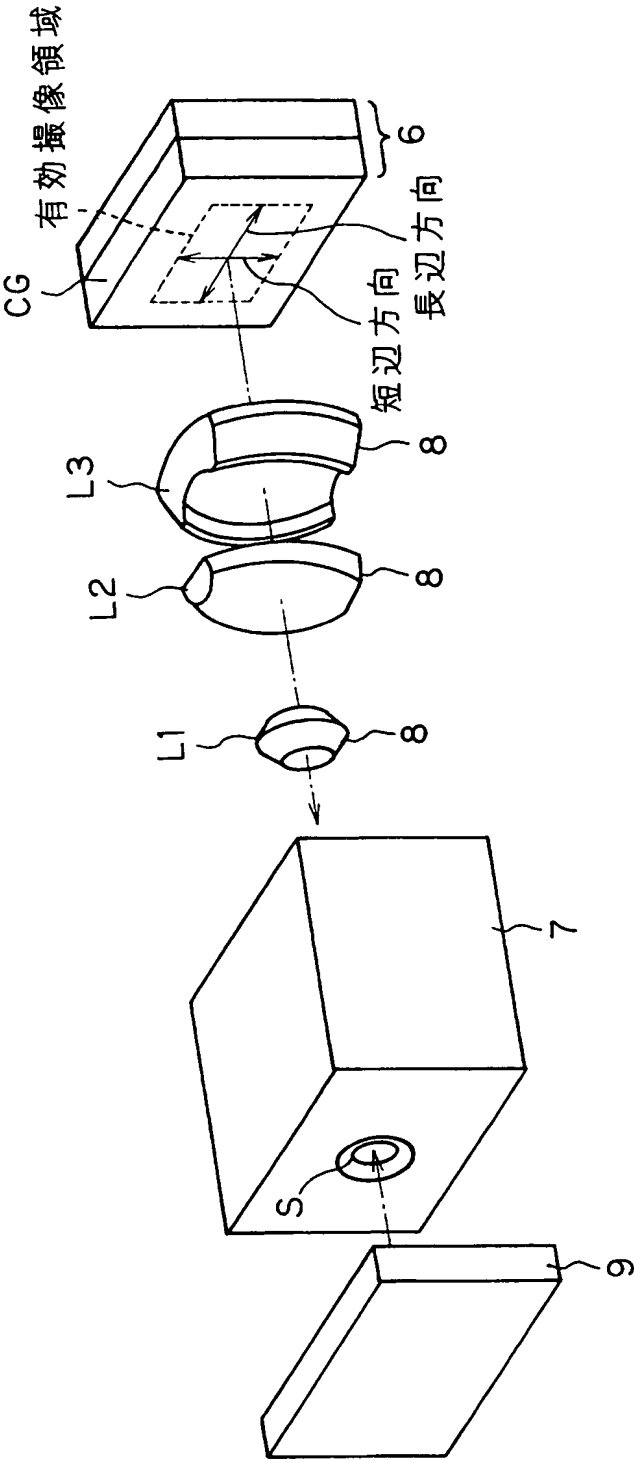
【図 6】



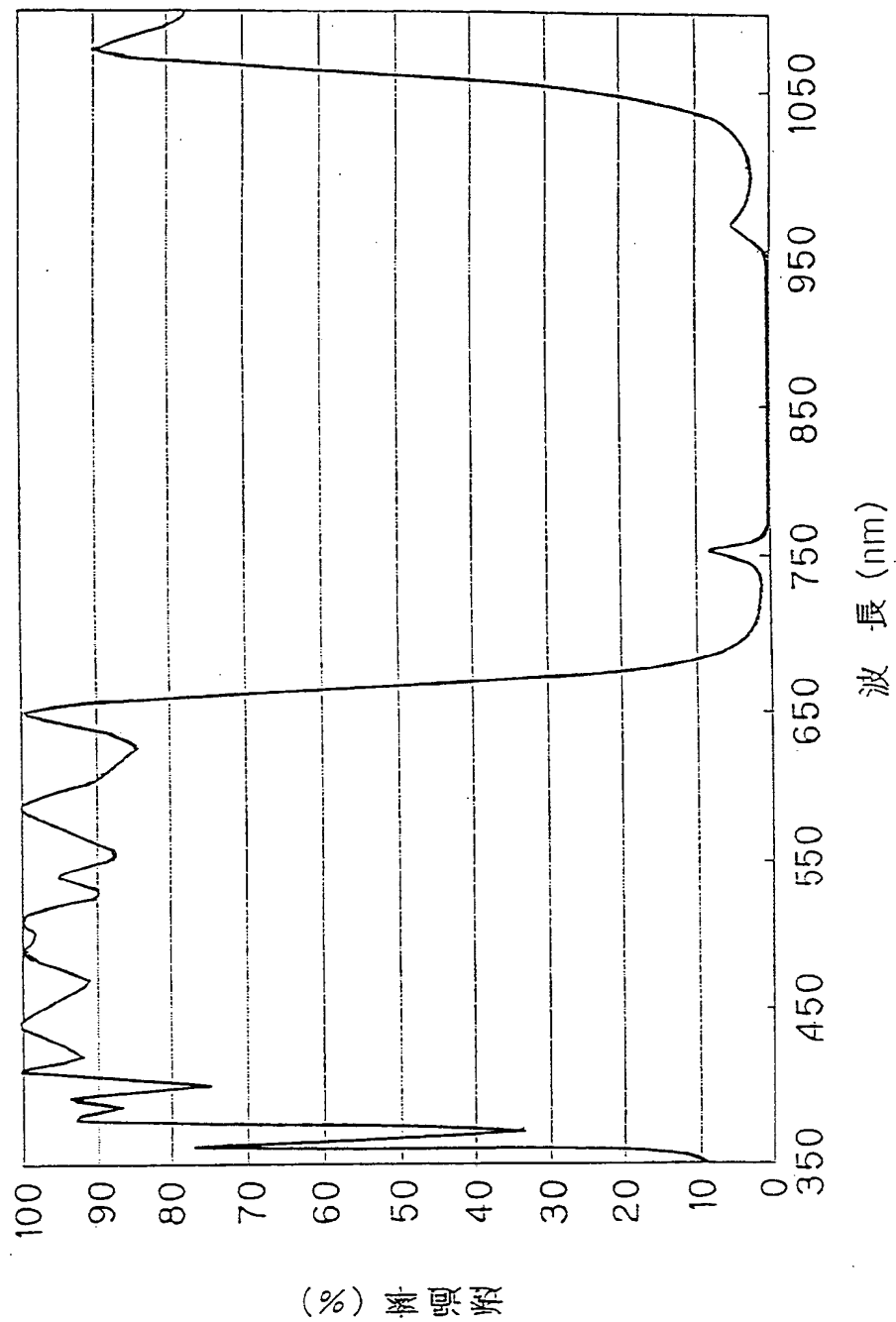
【図 7】



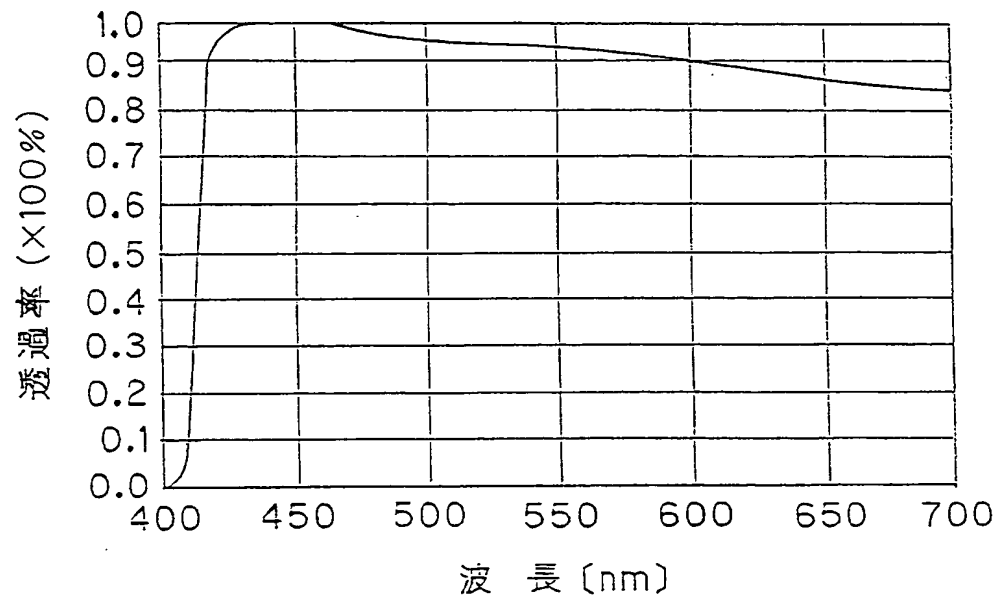
【図 8】



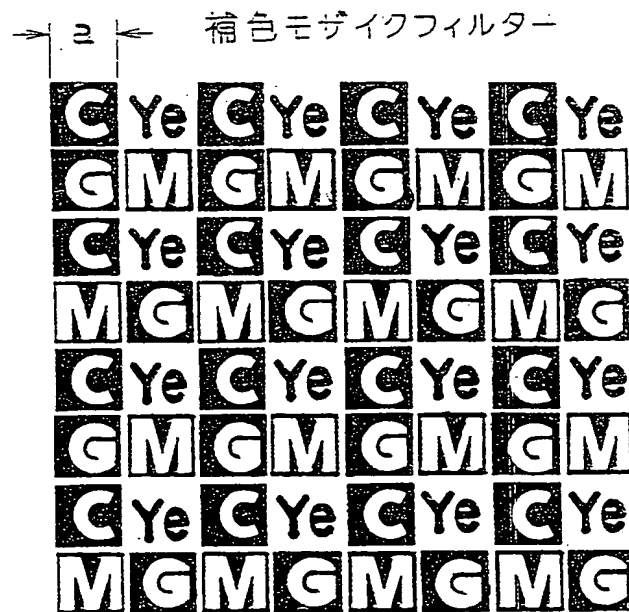
【図 9】



【図 10】

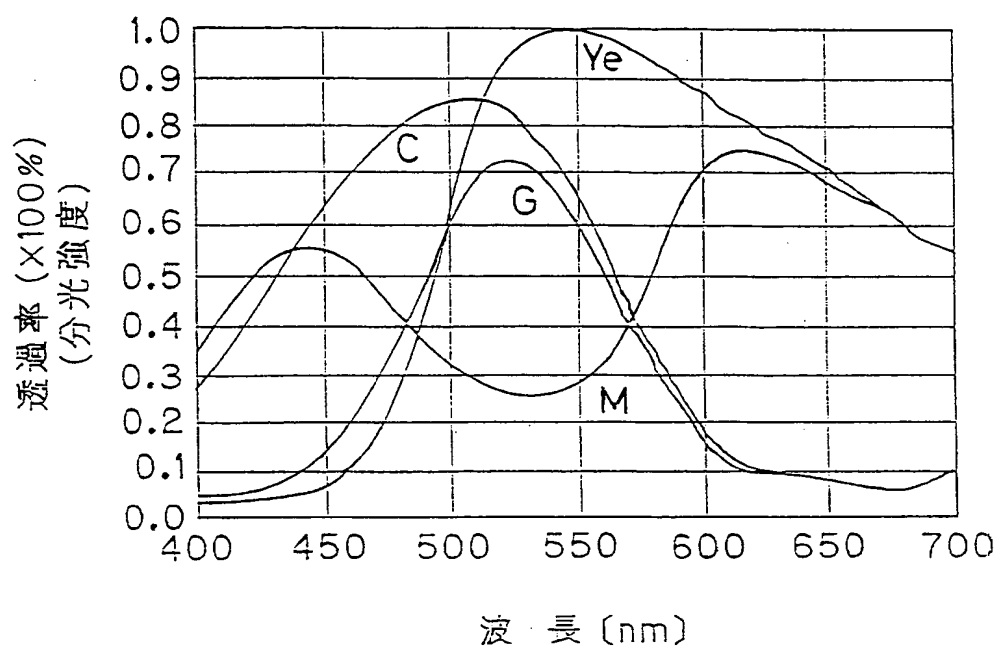


【図 11】

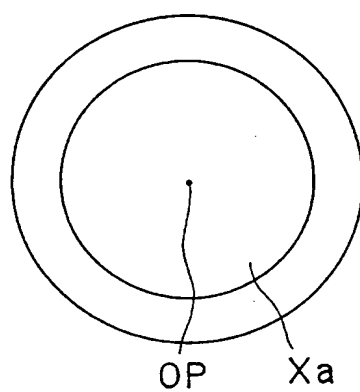


C:シアン M:マゼンタ
Ye:イエロー G:緑

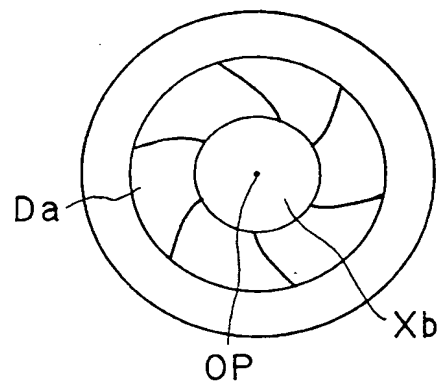
【図 1 2】



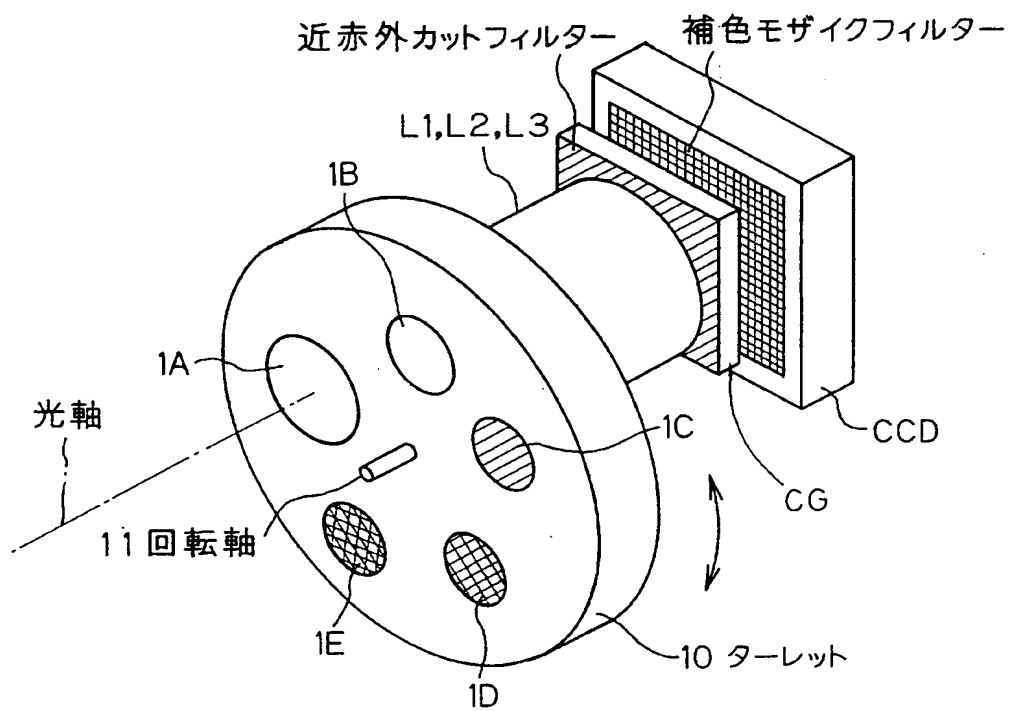
【図 1 3】



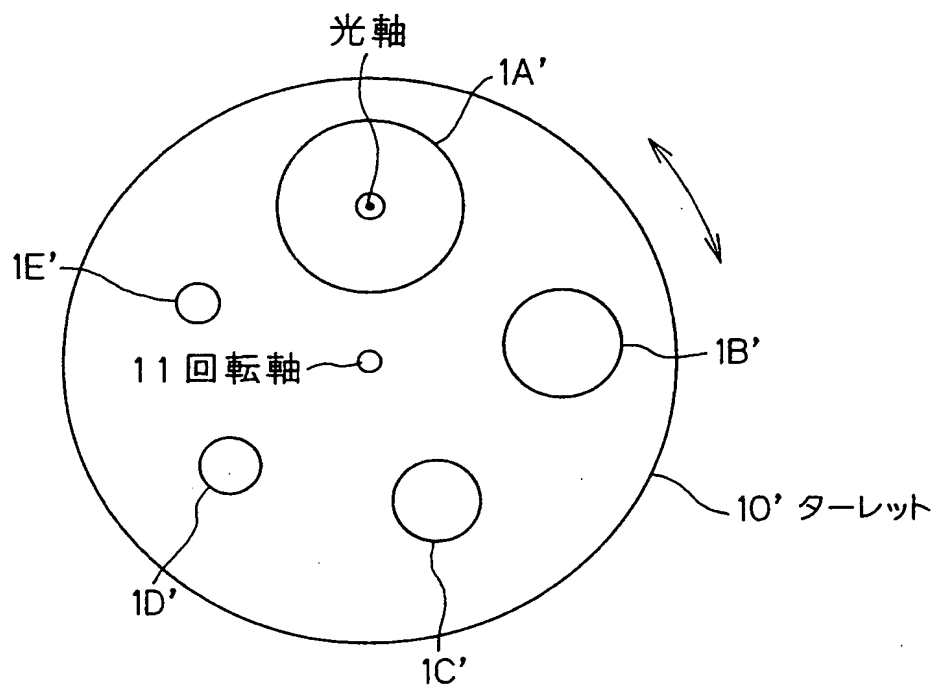
【図 14】



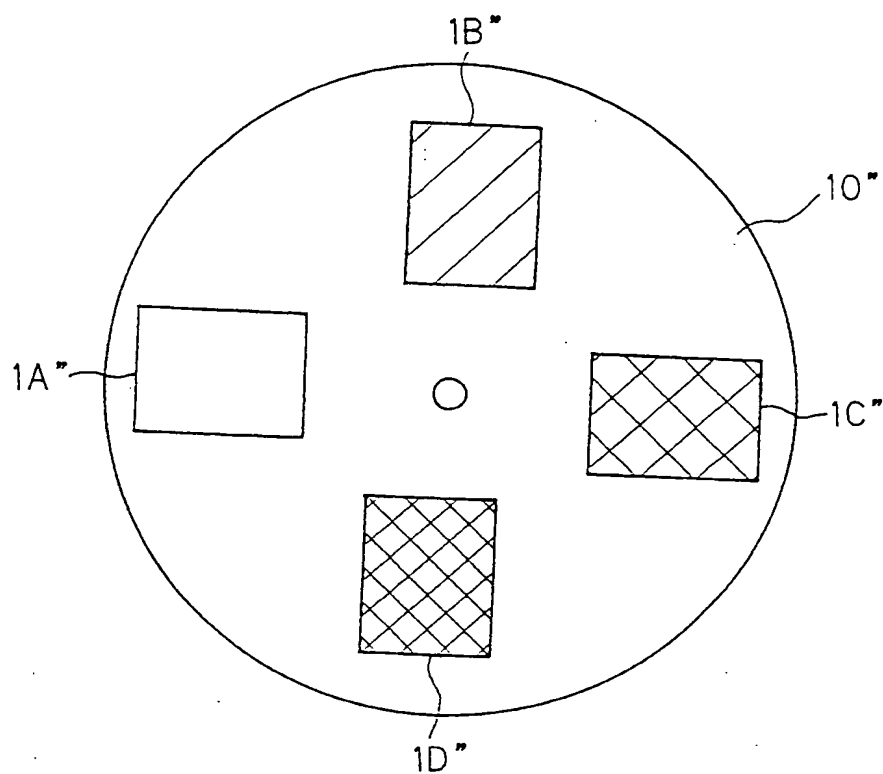
【図 15】



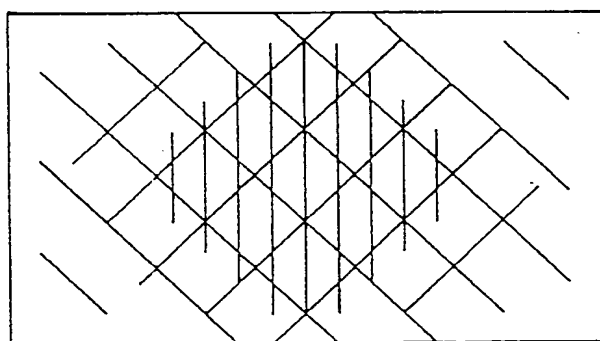
【図 16】



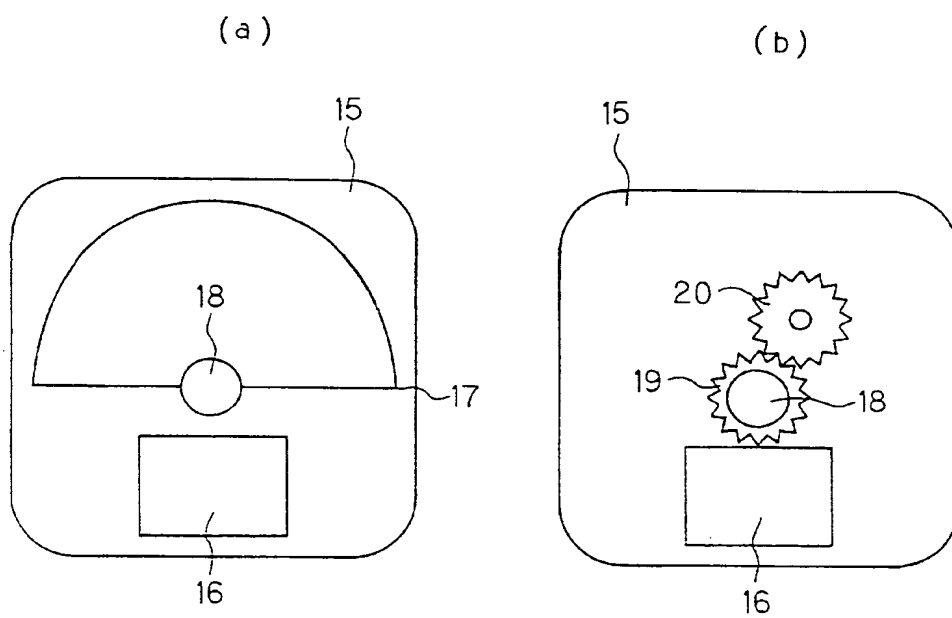
【図 17】



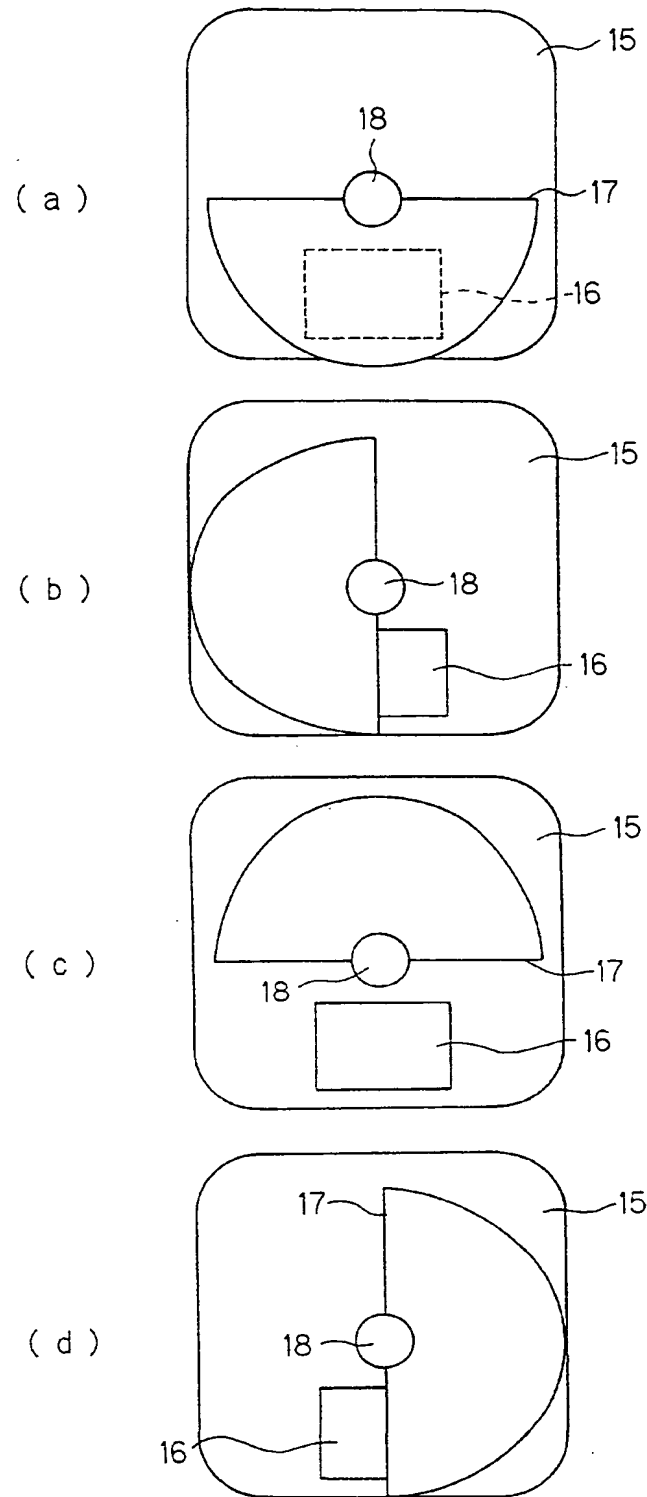
【図 18】



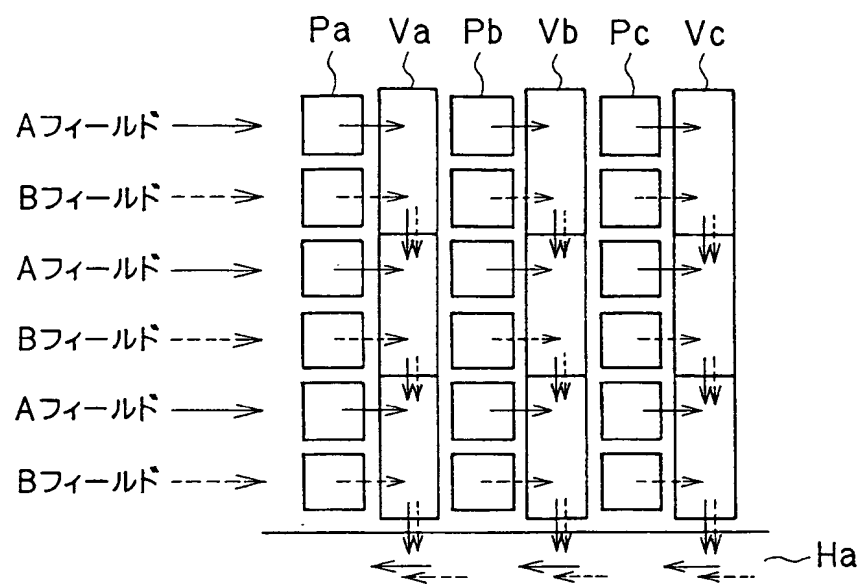
【図 19】



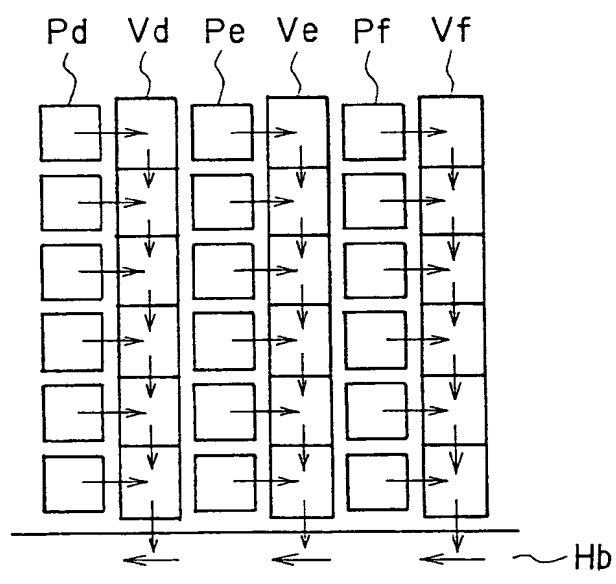
【図 20】



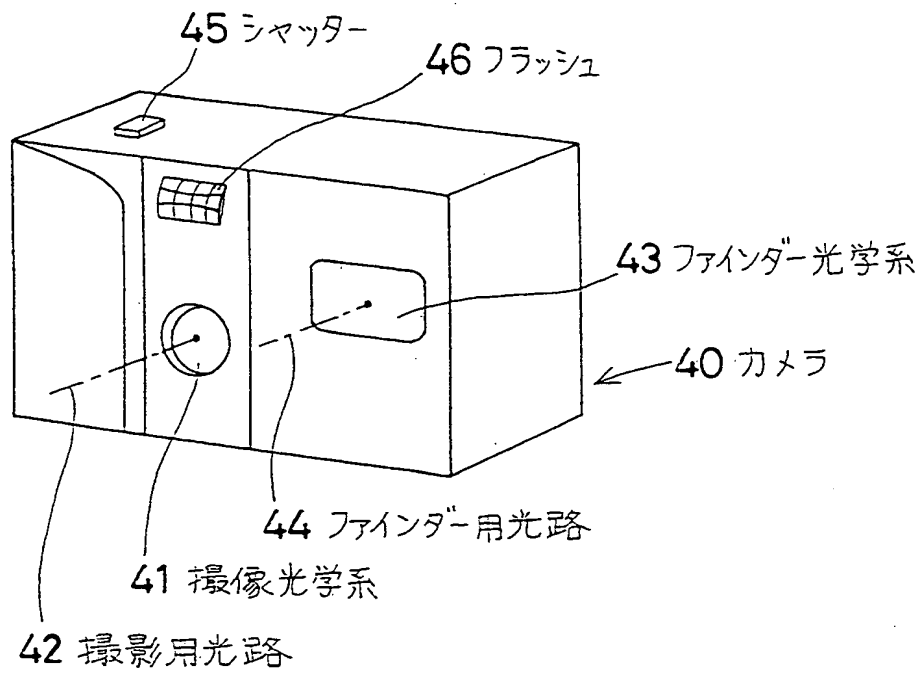
【図 21】



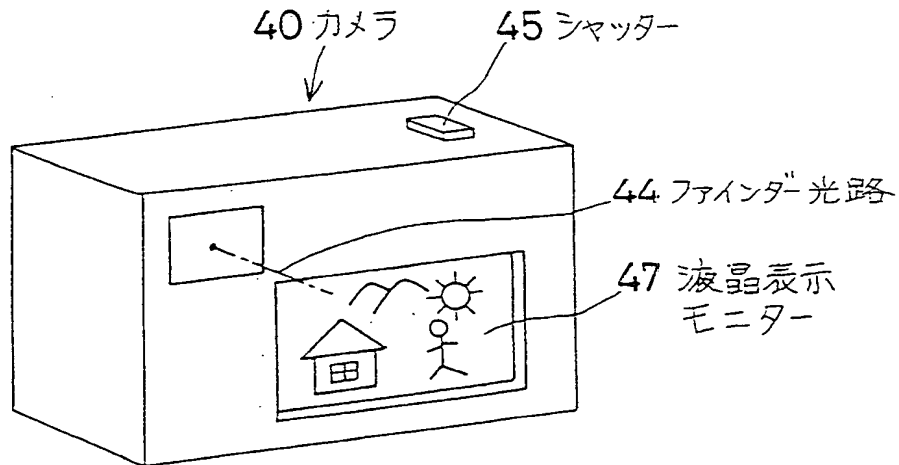
【図 22】



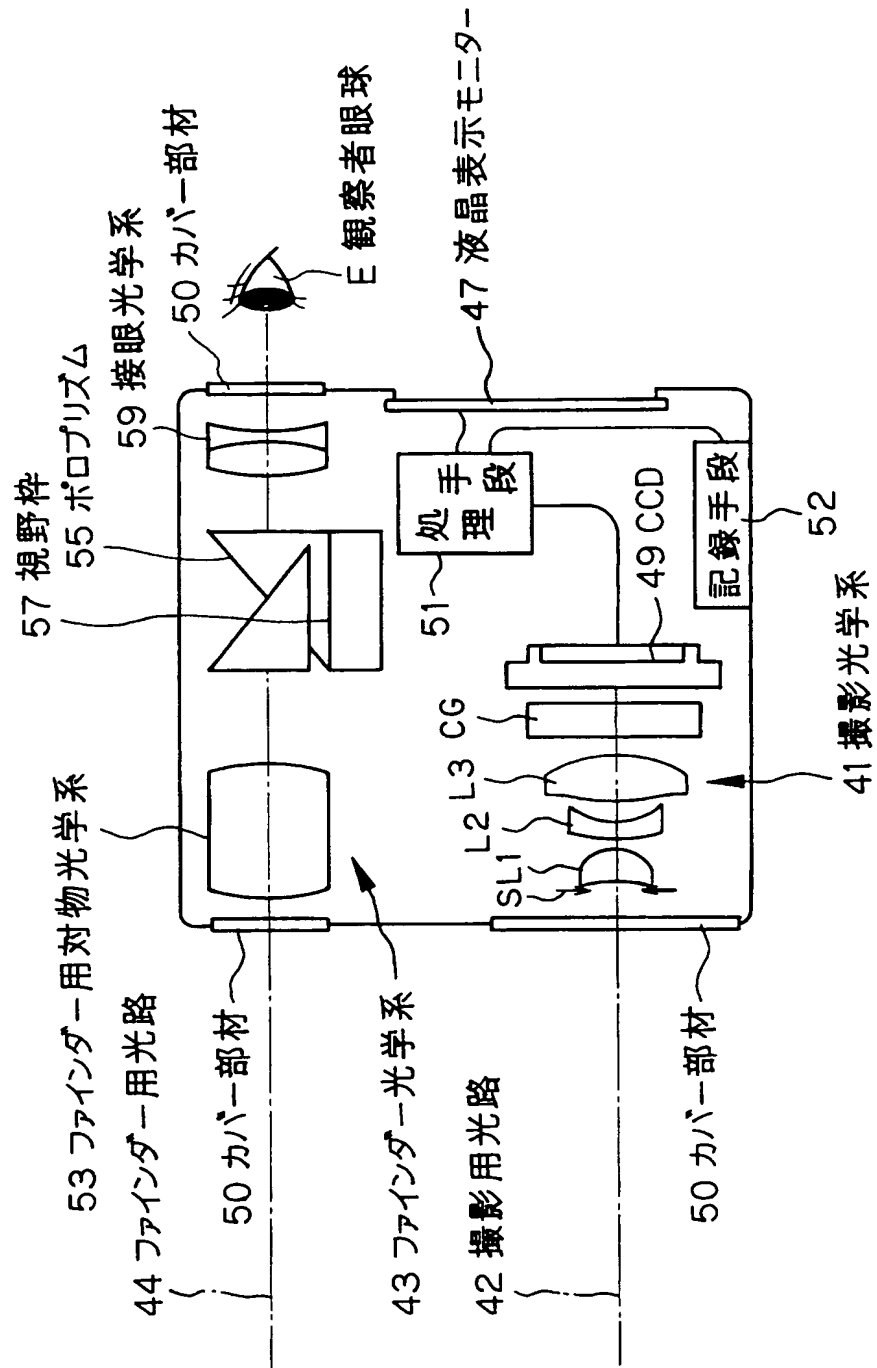
【図 23】



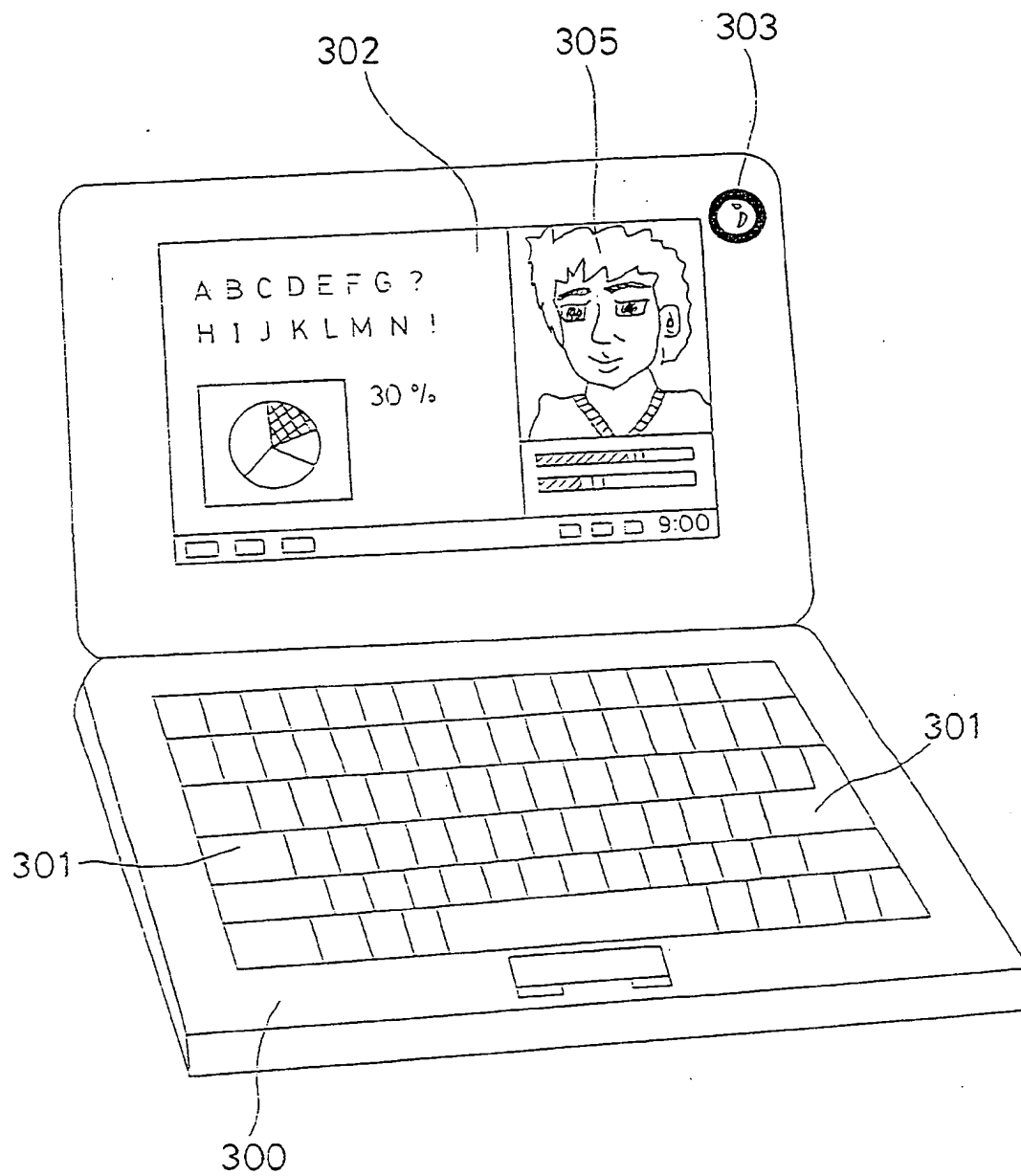
【図 24】



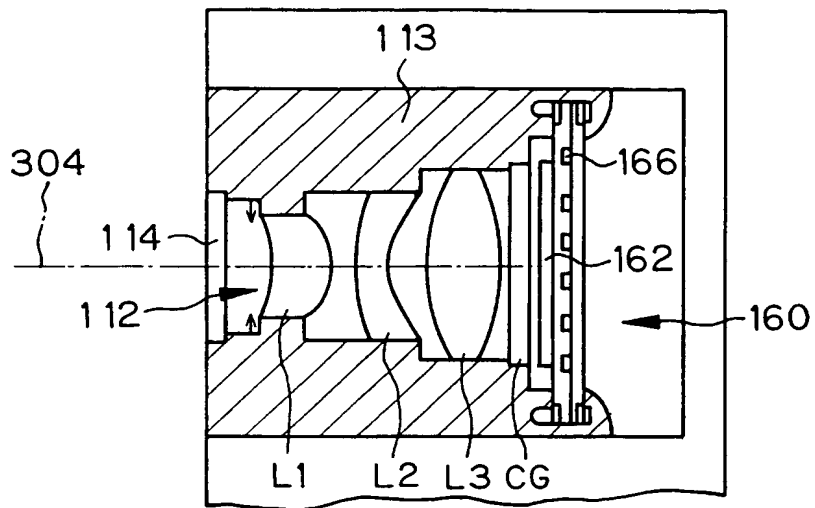
【図 25】



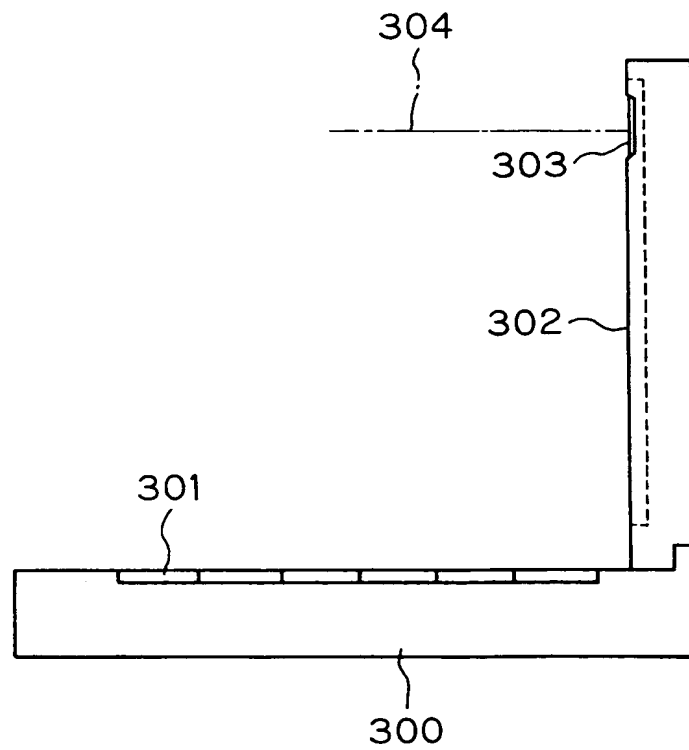
【図 26】



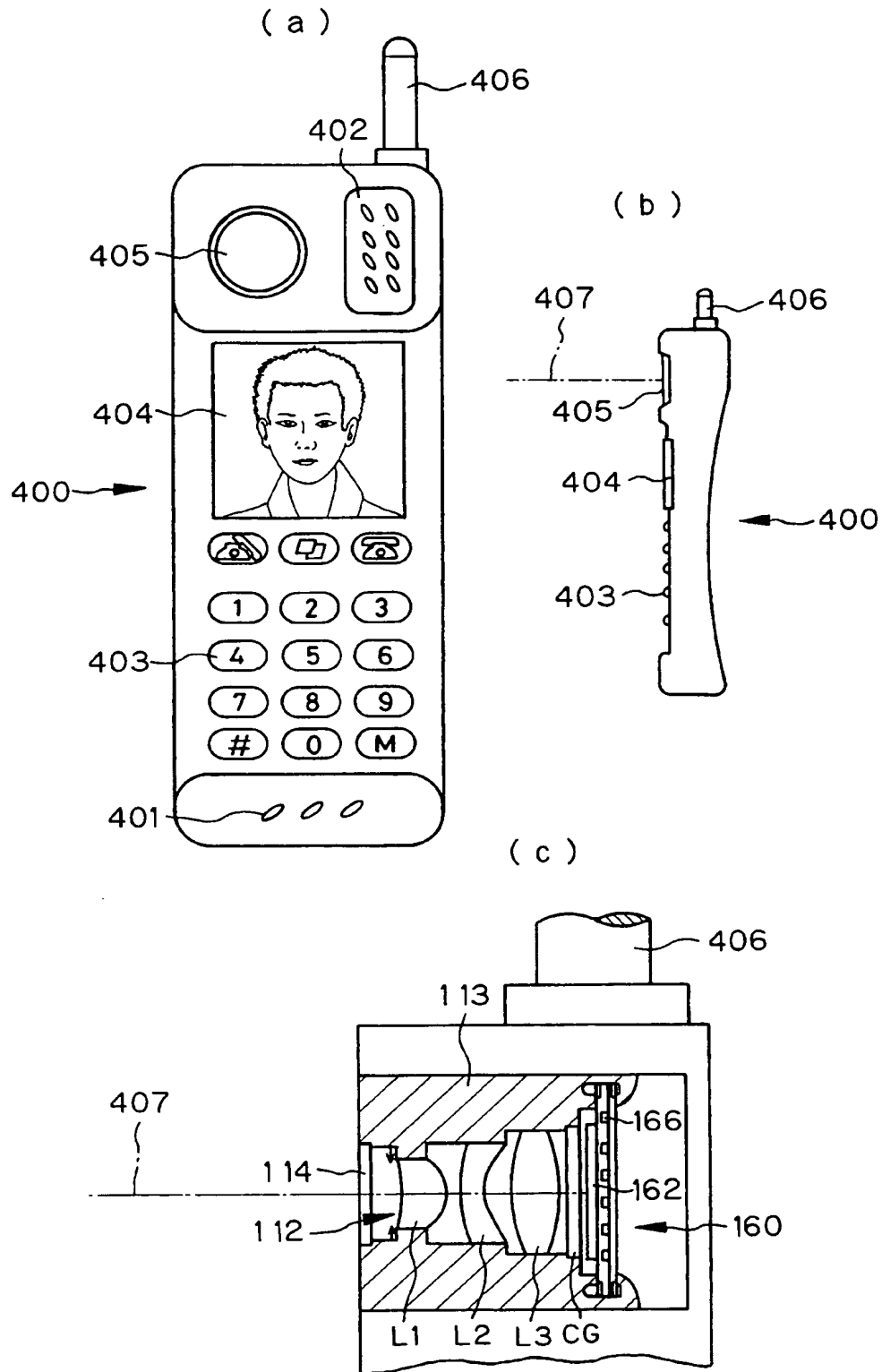
【図 27】



【図 28】



【図 29】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高性能化と小型化を同時に満たす結像光学系及びそれを用いた撮像装置。

【解決手段】 物体側から順に、明るさ絞り S、像側に凸面を向けた第 1 正メニスカスレンズ L1、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズ L2、第 3 正レンズ L3 の順に配置され、次の条件式を満たす結像光学系。

$$-0.35 < r_{1r} / r_{2f} < -0.08 \quad \dots (1)$$

$$-1.5 < r_{1r} / r_{2r} < -0.75 \quad \dots (2)$$

ただし、 r_{1r} は第 1 正レンズの像側面の光軸上曲率半径、 r_{2f} は第 2 負レンズの物体側面の光軸上曲率半径、 r_{2r} は第 2 負レンズの像側面の光軸上曲率半径である。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 4 4 0 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 3 7 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

氏 名

オリンパス光学工業株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

氏 名

オリンパス株式会社